Phys. g.
526 m (1
Phys. g. 526 m-1

Digitized by Google

<36609356740019

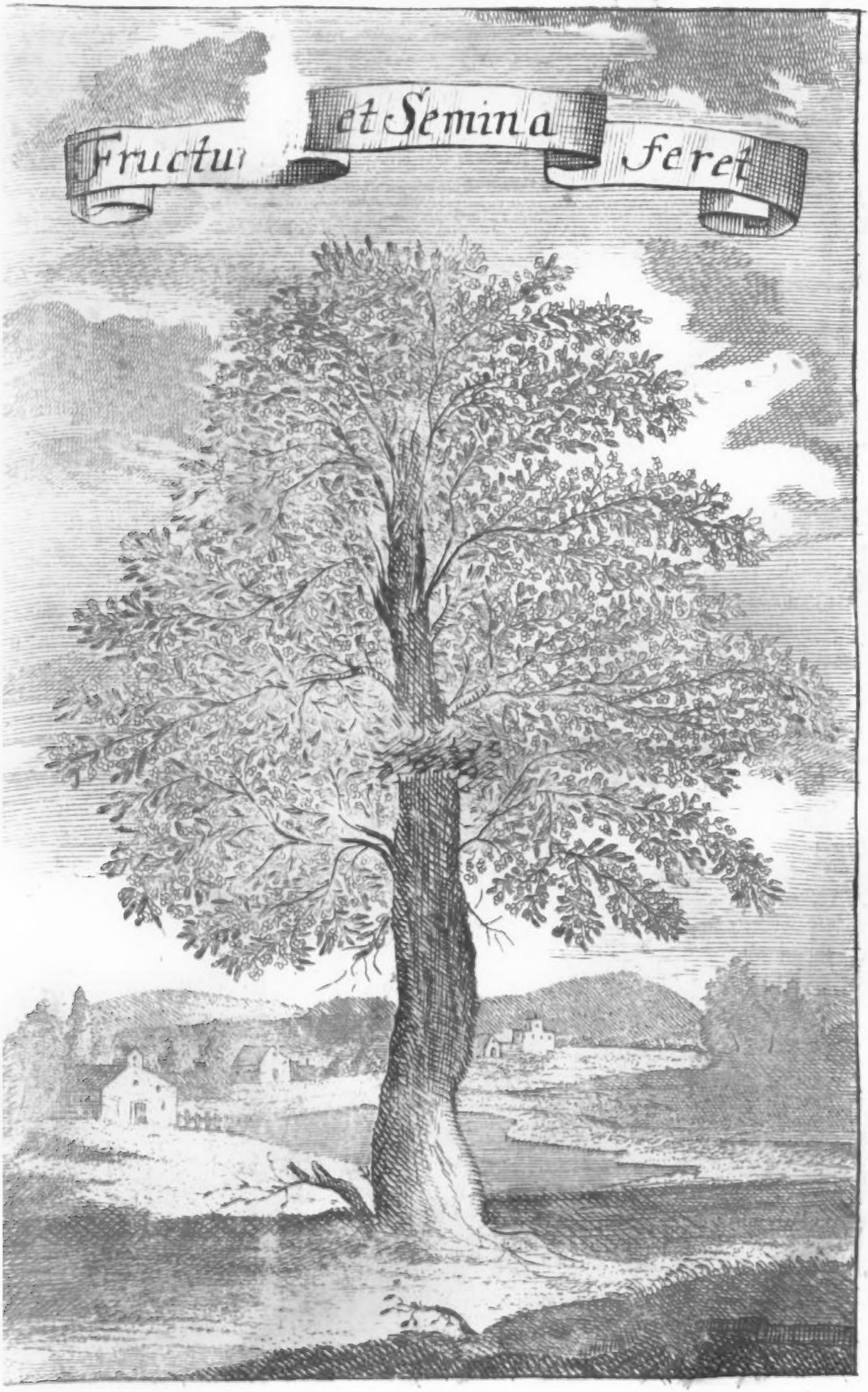
<36609356740019

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Physische
Versuche,
Den gemeinen Wasserstein
betreffend.
Durch
Mayer und Kunz
Der Arzney-Doctoren,
Beyder Professoren der Medicin
zu Altdorf.
Mit einer Kupfertafel.
Nürnberg,
In Verlegung Johann Hoffmanns.
1681.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorrede.

Geneigter Leſer!

EHe ich die Begebenheiten der Natur erkläre, habe ich vor nöthig erachtet erſt dazu den Weg zu bahnen. Ich ſuche Gewißheit in Erkäntniß der natürlichen Dinge, oder zum wenigſten Wahrſcheinlichkeit, dadurch zu fernerer Unterſuchung Anlaß gegeben wird. Und deswegen verlange ich in Erklärung deſſen, was in der Natur vorgehet, nichts anzunehmen, als von deſſen Richtigkeit man zur Gnüge iſt überführet worden. Mir hat alſo niemahls gefallen, wenn man in der Phyſick Elemente geſucht, daraus man

nach diesem den Ursprung aller Dinge erklären wollen. Denn ich habe gefunden, daß man alsdenn die Natur zwingen will, sich nach unseren angenommenen Sätzen zu richten, und dannenhero an statt der Wahrheit Einbildungen erwehlet, auch nicht möglich ist zu einer gewissen Erkäntniß zu gelangen, wo man ohne genungsame Gewißheit Gründe annimmet, darauf alles beruhen muß. Und hierinnen bin ich um so vielmehr bestetiget worden, nachdem ich in der Metaphysick überzeuget worden (wie ich es in meinen vernünfftigen Gedancken von GOTT, der Welt und der Seele des Menschen, auch allen Dingen überhaupt, in dem Capitel von der Welt ausführlich gezeiget), daß wir die wahren Elemente nimmermehr ergründen können, sie auch von gantz anderer Beschaffenheit sind als alles dasjenige, was man bisher für Elemente ausgegeben. Da ich nun nicht vermeine, daß wir, wenigstens in diesen unseren Zeiten, in dem Stande sind die Erkäntniß der Natur bloß aus einigen Gründen der Vernunfft durch Schlüsse herzuleiten, auch allem Ansehen nach nicht zu vermuthen, daß man bald in

den Stand gesetzet werden möchte; einem jeden aber, der sich um die Erkäntniß der Menschen bekümmert, sattsam bekannt ist, wie keine Wahrheit von uns könne erkannt werden, als wenn wir sie entweder aus einigen Gründen der Vernunfft schlüssen, wie wir in der Mathematick zu thun gewohnet sind, absonderlich in denen Theilen, denen hauptsächlich dieser Nahme gebühret, ich meine in der Arithmetick, Geometrie und Algebra; oder in dem wir sorgfältig Erfahrungen sammlen, wodurch die meiste Erkäntniß erreichet worden, die man im gemeinen Leben zu Beförderung dessen Bequemlichkeit mit gutem Vortheile gebrauchet; oder endlich wenn wir die Vernunfft mit der Erfahrung vereinbahren, und ihr ein Recht einräumen die Wahrheiten, welche uns die Erfahrung gewehret, mit einander zu verknüpffen: so habe keinen sicherern Weg zur Erkäntniß der Natur erwehlen können, als wenn ich die Vernunfft mit einander verknüpffen liesse, was durch vorsichtige Erfahrung erkannt worden, und ausser diesem weiter nichts einräumete, als was sich ferner daraus durch richtige Schlüsse herleiten liesse.

Da ich nun auf diese Weise zur Erkäntniß der Natur zu gelangen mir vorgenommen; so ist die erste Arbeit, die hierbey vorzunehmen, daß man sich in der Natur fleißig umsiehet, und alles genau anmercket, was man darinnen antrifft, und was daselbst vorgehet, auch in den Schrifften, die von geschickten Männern heraus gegeben worden, nachforschet, was sie von natürlichen Begebenheiten und ihren besonderen Umständen angemercket. Allein, weil uns die Natur nicht allzeit zeiget, was wir zu wissen verlangen; so müssen wir keinen Fleiß und keine Kosten sparen zu versuchen, ob wir sie nicht dahin vermögen können, daß sie uns sehen lässet, was zu unserem Unterricht dienet. Und dieses letztere ist eben diejenige Arbeit, die wir uns jetzund vorgenommen haben, und ist dieselbe daher nicht anders anzusehen, als daß dadurch zu richtiger Erkäntniß der Natur der Weg gebähnet werden soll. Wir vermögen die Natur uns zu zeigen, was sie sonst für unseren Augen zu verbergen pfleget, damit wir dadurch zu einiger Erkäntniß gelangen, daraus wir den Grund von ihren Begebenheiten, die wir bald hier, bald dort,

bald

bald zu dieſer, bald zu einer anderen Zeit wahrnehmen, ohne Irrthum anzeigen können. Ja wir bewegen auch die Natur ein Zeugniß von dem abzulegen, was wir durch die Schlüſſe der Vernunfft herausgebracht, damit wir dadurch als durch eine Probe der Richtigkeit unſerer Schlüſſe deſto mehr vergewiſſert werden. Alſo habe ich zweyerley Abſichten bey gegenwärtigen Verſuchen: Die eine beſtehet darinnen, daß wir tüchtige Gründe zur Erklärung der natürlichen Begebenheiten erlangen; die andere aber gehet dahinaus, daß wir, was wir durch die Vernunfft heraus gebracht, durch untrügliche Proben rechtfertigen. Damit ich nun dieſe Abſichten erreichen möchte, ſo habe ich die Verſuche mit vieler Vorſichtigkeit angeſtellet, und auf alles, was ſich nur dabey bemercken läſſet, ſorgfältig acht gegeben. Denn wo man eine Erfahrung nicht nach allen nöthigen Umſtänden inne hat; ſo iſt es auch nicht möglich daraus einige Gründe herzuleiten, die einem nach dieſem in Erklärung natürlicher Begebenheiten ein Licht geben können. Wenn ich etwas aus der Erfahrung, dazu ich durch die ange-

stelleten Versuche gelanget, geschlossen und vermeinet, es könte vielleicht noch einem und dem andern einiger Zweiffel dabey entstehen, oder mir auch schon bekannt gewesen, daß einer oder der andere noch hierbey etwas einzuwenden findet; so habe ich mich bemühet durch andere Versuche den Zweiffel aus dem Wege zu räumen, und nach Gelegenheit zugleich die dabey gemachte Schlüsse der Vernunfft durch unwiedersprechliche Proben zu rechtfertigen. Es ist freylich dadurch meine Arbeit weitläufftiger worden, als ich anfangs selbst nicht vermeinet: denn da ich in der gegenwärtigen Schrifft gantz damit fertig zu werden mir vorgenommen hatte, so habe ich erfahren müssen, daß der dazu gewidmete Raum nur einen Theil davon fassen kan. Allein es gereuet mich nicht, daß ich dadurch in Weitläufftigkeit gerathen, weil ich alles gründlich auszuführen mir angelegen seyn lassen Wir legen den Grund zu einem wichtigen Gebäude, und also lieget uns ob für dessen Festigkeit zu sorgen, je gewisser es ist, daß das gantze Gebäude über den Hauffen fället, wenn der Grund nicht so feste ist, wie sichs gebühret, auch

die

die Fehler, welche bey dem Grund-Baue begangen werden, nicht anders zu ändern sind, als wenn man wieder abträget, was darauf erbauet worden. Damit auch ein jeder, der gegenwärtige Versuche lieset, von der Art und Weise, wie wir dieselben angestellet, urtheilen und sich dadurch ihrer Richtigkeit desto besser versichern, ja selbst ohne einige Schwierigkeiten dieselben wieder nachmachen kan, wenn er entweder vor sich selbst lieber mit seinen eigenen Augen als mit fremden sehen will, oder auch anderen solche zu zeigen willens ist; so habe alles auf das genaueste beschrieben, was dabey in acht zu nehmen, wenn man den Versuch vornimmet, und überall genungsamen Grund angezeiget, warum man so und nicht anders verfahren müsse. Und weil man zu den Versuchen Instrumente vonnöthen hat, so habe gleichfalls alle dazu erforderte Instrumente nicht nur deutlich in Kupffer stechen lassen, sondern auch noch deutlicher nach allen ihren Theilen beschrieben und umständlich erkläret, warum ein jedes von ihnen auf diese Art gemacht werde. Dabey zeiget sich neben bey ein besonderer Nutzen, nemlich daß

man durch Exempel lernet, was ich anderweit durch Regeln gelehrt, wie man von vorkommenden Sachen deutliche Begriffe formiren soll: Woran fürwahr! nicht wenig gelegen, indem sie der Grund zu gründlicher Erkäntniß der Wahrheit sind, und wer es darinnen weit zu bringen gedencket, vor allen Dingen hierinnen sich üben muß. Indem ich aber alles, was die Versuche gezeiget, ordentlich und umständlich erzehlet, auch in Erwegung dessen, was ich deutlich dabey angemercket, einige Dinge geschlossen, die ich als Gründe in künfftiger Erklärung der Natur anzunehmen gedencke; so erlanget zugleich dadurch das Capitel von der Erfahrung in den Gedancken von den Kräfften des menschlichen Verstandes und ihrem richtigen Gebrauche in Erkäntniß der Wahrheit ein grosses Licht, und kan man durch fleißige Erwegung dessen, was in gegenwärtigem Buche vorgetragen wird, zu fertiger Ausübung der daselbst vorgeschriebenen Regeln gelangen. Ja ich vermeine nicht zuviel gesagt zu haben, wenn ich hinzu setze, daß man auf eben diesem Wege die Kunst Versuche anzustellen, und dadurch

verborgene Wahrheiten hervor zu bringen, zweiffelhaffte zu unterſuchen, gewiſſe durch untrügliche Proben zu beſtetigen finden werde. Man wird keinen Verſuch finden, der nicht ſeinen beſonderen Nutzen erlanget, dergeſtalt, daß ein jeder zu etwas gebraucht wird, wozu ein anderer ſeines gleichen nicht dienlich befunden wird: welches bisher diejenigen, die damit zu thun gehabt, nicht wahrgenommen. Und weil wir der Vernunfft ein Recht einräumen wollen, die Wahrheiten mit einander zu verknüpffen, welche durch die Erfahrung erhellen; ſo habe ich auch die gegenwärtigen Verſuche in einer ſolchen Ordnung vorgetragen, daß dasjenige, was durch die vorhergehenden heraus gebracht worden, zur Erklärung der folgenden dienet. Und daher iſt es geſchehen, daß gegenwärtige Schrifft auf eben eine ſolche Art eingerichtet iſt, wie die anderen Theile der Welt-Weisheit, die ich an das Licht geſtellet, und darinnen ich die dahin gehörige Lehren in eine beſtändige Verknüpffung zu bringen mir angelegen ſeyn laſſen. Wer demnach gegenwärtige Schrifft mit Bedacht leſen, und alles, was darinnen ſtehet, wohl erwe-

gen,

gen, auch nach denen anderswo von mir gegebenen Regeln zu unterſuchen keine Mühe ſparen wird; derſelbe wird auch ſich in den Stand ſetzen, daß ſeine Vernunfft die durch Erfahrung beſtetigte Wahrheiten wird verknüpffen lernen, und ſich ſolchergeſtalt zu gründlicher Erkäntniß der Natur geſchickt machen. Man wird aber aus dieſem Buche zugleich erſehen, wie unentbehrlich die Mathematick denenjenigen ſey, welche ihre Verſuche mit gehöriger Accurateſſe anſtellen und ſie gründlich erklären wollen. Ja wenn ich künfftig in lateiniſcher Sprache weiter gehen werde, als mein gegenwärtiges Vorhaben leidet; ſo wird ſich ſolches noch mehr zeigen. Noch eines iſt übrig, welches ich nicht vergeſſen muß. Ich habe auf dem Titul erinnert, daß gegenwärtige Verſuche nicht allein zu genauer Erkäntniß der Natur, ſondern auch zugleich der Kunſt den Weg bähnen ſollen. Nun bin ich zwar zur Zeit nicht geſonnen die Künſte in Wiſſenſchafften zu bringen, ob ich gleich anderswo zur Gnüge erwieſen, daß dieſe Arbeit dem menſchlichen Geſchlechte nicht geringen Vortheil ſchaffen würde; ſondern meine Abſicht gehet bloß dahin, künfftig durch Hülffe dieſer

Ver-

Versuche zu genauer Erkäntniß der Natur Anleitung zu geben: Allein da sie einen mehreren Nutzen haben, als ich zu zeigen gedencke, so habe doch denselben mit erwehnen sollen, damit andere, denen daran gelegen ist, darauf acht haben können. Ich wünsche, daß sich hierdurch viele aufmuntern lassen, nach ihrem Vermögen zur Erkäntniß der Natur etwas beyzutragen. Denn da wir hier nichts annehmen, als was wir durch untrügliche Erfahrungen bestetigen können, und uns in keine Meinungen vermengen; so kan ein jeder mit Hand anlegen, und darf sich nicht die Unsicherheit des Grundes, darauf man bauet, abschrecken lassen. Es wird auch um so viel leichter geschehen können, nachdem man ein Muster vor sich hat, wie man mit Versuchen verfahren, und darinnen ungehindert immer weiter fortgehen müsse. Mir wird angenehm seyn, wenn ich in einem fremden Garten Früchte geniessen werde, die aus diesem Saamen erwachsen, werde aber auch darauf bedacht seyn, daß die Hoffnung auf Früchte und Saamen, welche die gegenwärtige Blüte zeiget, nicht auf meiner Seite vergeblich sey. Halle, den 21. Sept. Anno 1721.

Erin-

Erinnerung
wegen der
Andern Auflage.

IN dieſer andern Auflage ſind hin und wieder einige Fehler gebeſſert worden, die im Rechnen eingeſchlichen: Inſonderheit aber viele Marginalien beygeſetzet worden, damit man beſſer ſehen kan, was in den weitläufftigen §. §. enthalten iſt. Da alles ausführlich abgehandelt worden, iſt nicht nöthig geweſen vieles hinzu zu ſetzen. An einigen Orten hat man etwas mit eingerücket, welches zu wiſſen nicht undienlich iſt. Marburg, den 2. Martii 1726.

Allerhand Nützliche Versuche,

dadurch

Zu genauer Erkäntniß der Natur und Kunst der Weg gebähnet wird.

Das I. Capitel.

Von der verschiedenen Art der Schweere der Cörper.

§. I.

DA die schweeren Cörper vermöge ihrer Schweere niederwarts drücken, oder dasjenige, woran sie gehänget werden, ziehen; so kan man die Schweere fühlen, indem man sie auf die Hand oder einen Finger leget, oder auch mit der Hand oder einem Finger aufhebet. Allein da man hierdurch die Grösse der

Wie man die Schweere der Cörper determiniret: 1. undeutlich.

(*Experimente.*) A Schwee-

Bayerische Staatsbibliothek

Schweere nur undeutlich erkennet, indem man wohl sagen kan, daß eines schweerer ist als das andere, keinesweges aber zu bestimmen vermögend ist, wie viel eines schweerer ist als das andere (§. 13. c. I. Log.); so hat man auf andere Mittel gedacht, dadurch man die Schweere deutlich erkennen kan, indem man genau bestimmet, wie viel eines schweerer ist als das andere, und wie groß die Schweere eines jeden ist (§. cit. Log.) und sich solchergestalt um eine mathematische Erkäntniß der Schweere bemühet. Zu dem Ende hat man die Wagen und andere Instrumente erfunden, von denen sich unten an seinem Orte wird reden lassen. Der gemeine Weg die Schweere eines Cörpers zu erforschen ist die Wage, welche richtig befunden wird, wenn das Zünglein auch bey verwechselten-Wage-Schaalen, oder darauf ruhenden Gewichten, inne stehen bleibet (§. 66. Mech.). Soll man auch einen kleinen Ausschlag leicht mercken; so muß das Zünglein lang seyn. Denn da es sich an dem Mittel-Punct der Axe, womit der Wage-Balcken aufflieget, herum beweget; so beschreibet es einen Circul-Bogen (§. 12. Geom.). Nun wird die Grösse des Ausschlages durch die Grösse des Winckels æstimiret, durch den es sich bewegt (§. 16. 17. Geom.) und sind demnach die Bogen, welche

2. deutlich.

Wie die Wage dazu beschaffen seyn soll:

Insonderheit wenn man einen kleinen Ausschlag mercken soll.

che von verschiedenen Zünglein bey einerley Ausschlage beschrieben werden, nicht anders anzusehen, als Bogen, die aus der Spitze eines Winckels innerhalb seinen Schenckeln beschrieben worden. Derowegen da die Bogen um so viel grösser werden, je grösser ihr Radius ist, damit sie beschrieben werden (§. 46. 163. Geom.); so ist der Ausschlag mercklicher, wenn das Zünglein lang, als wenn es kurtz ist. Soll man den geringsten Ausschlag mercken können; so muß das Zünglein oben sehr spitzig seyn. Endlich muß man auch untersuchen, wie scharff die Wage ziehet, das ist, wie groß das Gewichte seyn muß, welches so wohl auf den leeren, als beschweerten Schaalen einen Ausschlag verursachet: denn man lernet selbst aus der Erfahrung, daß eine Wage schneller ist, das ist, sich von einem kleineren Gewichte in Ausschlag bringen lässet, wenn sie wenig, als wenn sie viel beschweeret ist. In Versuchen, wo man die Schweere genau erkennen muß, hat man eine Wage nöthig, die scharff ziehet. Ich habe zu den Experimenten, die jetzt folgen, nur eine kleine Wage gebraucht, davon der Balcken $6\frac{1}{2}$ Zoll, das Zünglein 2 Zoll 6 Linien und 6 Scrupel hält. Ich finde, daß ein viereckichtes Stücklein Papier, so einen halben Zoll oder 5 Linien lang und eben so viel breit ist, auf der leeren Wage einen noch merckli-

Wie man untersucht, wie scharff die Wage ziehet.

Was für eine Wage zu Versuchen nöthig.

Wie schnelle die Wage des Autoris ziehet.

chen Ausschlag giebet. Nun wiegen 7 Stücklein Papier 2 Gran, folgends eines $\frac{2}{7}$ Gr. Derowegen lässet sich auf dieser Wage abwägen, was nur $\frac{2}{7}$ von einem Gran, ja nur nicht unter dem vierdten Theile eines Granes ist. Wenn ich die Wage mit 4 Pf. belade, nemlich auf jede Wagschaale 2 Pf. lege; so geben 2 Gr. einen Ausschlag von einem Grade. So groß ist der Bogen, welchen das Zünglein in seiner Abweichung von der Vertical-Linie beschreibet. Und also kan man auch zwey Pfund bis auf ein paar Gran, ja bis auf einen abwägen. Ueber zwey Pfund aber wird man auf einer so kleinen Wage nicht leicht abwägen. Und hieraus siehet man nicht allein, wie man die Wage, welche man zum experimentiren brauchen will, vor sich probiren kan, damit man weiß, wie weit man sich darauf zu verlassen hat, sondern auch wie man die Wagen, deren man sich in solchem Falle bedienet, andern beschreiben soll, damit sie wissen, wie weit sie unseren Versuchen trauen dörffen (§. 2. c. 5. Log.).

Wie man die Wagen zu Versuchen probiret.

§. 2. Damit man diejenigen Versuche, wobey eines Maasses und Gewichtes Meldung geschiehet, desto besser verstehen kan; so finde ich vor nöthig hier zu erklären, was für Maaß und Gewichte beständig gebrauchet worden, woferne nicht ausdrücklich ein anders erinnert wird. Zu dem Maaß-Stabe habe ich den Rheinländischen Schuh

Erinnerung von dem Maaß und Gewichte in gegenwärtigen Versuchen.

Schuh erwehlet, weil er überall bekandt ist, auch von den deutschen Scribenten, sonderlich denen die von der Bau-Kunst und Fortification geschrieben, durchgehends gebrauchet wird. Damit er sich nicht verändere, habe ich ihn in starcken Meßing stechen und der Bequemlichkeit halber (§. 10. Geom.) in 10 Zoll, den Zoll in 10 Linien und endlich die Linie in 10 Scrupel theilen lassen, auf die Art und Weise, wie man einen verjüngten Maaß-Stab zu theilen pfleget (§. 193. Geom.). Zu dem Gewichte habe ich das Apothecker-Gewichte genommen, welches man eine Untze nennet und bey nahe 2 Loth von dem Kramer-Gewichte ist. Es wird bekandter Massen dasselbe in acht Drachmas und eine jede Drachma in sechzig Gran eingetheilet, und hält demnach 480 Gran. Wenn ich Pfunde im Wägen nöthig habe; so bleibe ich bey dem Kramer-Gewichte, das 32 Loth hält und davon 4 Loth um 23 Gran weniger wägen als 2 Untzen, dergestalt, daß 4 Loth oder $\frac{1}{8}$ Pfund 937 Gran und also ein Pf. 7496 Gr. hält, da im Gegentheil ein Pfund von 16 Untzen 7680 Gran hat. Dieses ist zu mercken, damit man das Gewichte verschiedener Cörper mit einander vergleichen kan.

§. 3. Es lassen sich auch die Sachen auf oder an den Händen und Fingern gegen einander abwägen. Nemlich wenn man zwey Sachen

Wie weit man es mit dem Abwägen

auf der Hand bringen kan.

Sachen zugleich auf die Hände leget, eine auf die Rechte, die andere auf die Lincke; so kan man durch den ungleichen Druck mercken, welche unter ihnen beyden die schweereste sey. Und kan man in diesem Stücke einen kleineren Unterscheid bemercken, als man vermeinen solte. Ich habe hiervon eine Probe mit Gelde gemacht und durch Abwägung so wohl Frantzösischer, als Lüneburgischer und Sächsischer $\frac{2}{3}$tel Stücke auf den Mittel- auch Zeige-Fingern den Unterscheid verspüret, ob er gleich nicht viel über einen Gran war. Ja in eben solchen Sorten von Species-Thalern habe ich den schweereren anzeigen können, wiewohl etwas schweer, nemlich nachdem ich die Gedancken lange zusammen gezogen, da der Unterscheid des Gewichtes nur $\frac{1}{7}$, ja gar nur $\frac{2}{7}$ eines Granes ausgetragen. Es ist bekandt, daß, wenn man den Unterscheid nicht leicht mercken kan, man die Hand auf und nieder beweget und dadurch dem Gewichte einigen Druck zu geben suchet: denn da die Cörper nach Proportion ihrer Materie durch den Fall einen stärckern Druck bekommen, wie ich in dem Anhange der Algebra (§. 9.) erwiesen; so wird dadurch der Druck auf der Hand oder den Fingern stärcker und kan man dannenhero den Unterscheid leichter mercken. Es ist nicht zu zweiffeln, daß, wenn man sich in Abwägung

Was die Bewegung auf und nieder bey der Empfindung der Schweere thut.

wägung auf den Händen und Fingern übete, man es weiter bringen würde, als jetzt angehet, da man damit gar nichts zu thun hat: als wie wir sehen, daß man durch die Uebung das Augen-Maaß accurater machen kan. Es gehet aber schweerer her, wenn man den Unterscheid der Schweere auf einer Hand nach einander erforschen soll: weil alsdenn nöthig ist, daß man die vergangene Empfindung noch zugleich in Gedancken gegenwärtig erhält, damit man die gegenwärtige mit ihr vergleichen kan. Und diese Uebungen, dadurch man in Bemerckung des Unterscheides der Schweere geschickter wird, gehören mit unter die Pflichten von Verbesserung der Sinnen (§. 504. Mor.). Man wird auch im menschlichen Leben Fälle antreffen, da man Nutzen davon haben kan. Unterdessen bleibt es doch gewiß, daß man bey aller Verbesserung den Unterscheid doch nur obenhin bestimmen kan, ob er nemlich groß oder klein sey. Will man ihn aber genauer wissen; so muß man die Wage dazu brauchen (§. 1.).

Warum der Unterscheid der Schweere auf einer Hand nach einander sich schweerer zeiget.

Nutzen hierzu gehöriger Uebungen.

§. 4. Da wir täglich Sachen zu heben haben; so finden wir, daß einige groß und dabey leichte sind, andere hingegen ihnen an der Grösse viel nachgeben und doch an der Schweere sie weit übertreffen. Jedermann fühlet es, daß ein Glaß mit Queckſilber gefüllet gar viel schweerer ist, als wenn man Was-

Daß nicht alle Materie von einerley Art der Schweere ist.

Wie man solches gefunden.

ser darinnen hat. Man fühlet nicht weniger, daß ein Schwamm viel leichter ist als ein Stein, unerachtet er viel grösser ist als dieser. Diejenigen, welche mit Abwägung vielerley Wahren umgehen, sehen zur Gnüge, daß die Wahre gemeiniglich mehr Raum einnimmet, als das Gewichte. Z. E. ein Hut Zucker von 4 Pfunden nimmet gantz augenscheinlich einen gar weit grössern Raum ein, als das Gewichte von Bley oder Meßing, damit man ihn abwäget. Und findet man selbst unter dem Gewichte, deren eines aus Stein, das andere aus Bley gemacht worden, einen mercklichen Unterscheid in der Grösse, sonderlich wenn die Gewichte groß sind. Jedermann siehet, daß das steinerne Gewichte weit grösser ist, als das bleyerne, ob sie gleich auf der Wage inne stehen, auch gleich schweer befunden werden, wenn man sie auf oder an den Händen gegen einander abwäget (§. 3.). Gleichergestalt weiset es der Augenschein, daß immer eine Wahre mehr Raum einnimmet als die andere, ob man gleich einerley Gewichte hat. Z. E. Baum-Wolle nimmet einen weit grössern Raum ein, als der Zucker, wenn man von beyden ein Pfund nimmet. Da nun diejenige Wahre, welche auf der Wage mit dem Gewichte inne stehet, mit ihm einerley Schweere hat (§. 64. Mechan.); so erhellet daraus, daß diejenige, welche einen grössern

Raum

Raum einnimmet als das Gewichte, unter einerley Grösse mehr Schweere haben muß, als das Gewichte. Und eben solchergestalt ist klar, daß wenn zwey Sachen von verschiedener Grösse mit einerley Gewichte, und also auch mit einander selbst (§. 22. Met.), auf der Wage inne stehen, die grössere unter einerley Grösse wenigere Schweere hat als die kleinere. Und auf solche Weise hat man gefunden, daß nicht alle Cörper gleich schweer sind, ob sie gleich einerley Grösse haben. Und nennet man eine **Materie von schweererer Art**, wenn sie mit einer andern einerley Grösse und doch mehr Schweere hat: hingegen **eine von leichterer Art**, wenn sie mit einer andern einerley Grösse und doch weniger Schweere hat. Derowegen wenn man die Schweere eines Cörpers erkennen will; so muß man auf seine Grösse und Schweere zugleich acht geben. Und wollen wir jetzund zeigen, wie man die Art der Schweere in jeder Materie durch Versuche erforschen und nach diesem mit einander vergleichen kan. Unterdessen da ich auch in diesen Versuchen so verfahren will, wie ich bisher in andern Schrifften gewohnet gewesen, daß ich nemlich jedes an seinem Orte abhandele, wo man es durch hinreichende Gründe erklären kan; so werde ich in gegenwärtigem Capitel nicht alle Kunst-Griffe beschreiben, wodurch man die verschiedene Art der

Wie man die Materie in Ansehung der Schweere unterscheidet.

Woraus die Art der Schweere erkandt wird.

Wo der Autor jedes abhandelt.

Schweere zu erforschen pfleget, sondern nur dasjenige anführen, was man aus dem wenigen, so von der Wage beygebracht worden, verstehen kan, das übrige aber bis an seinen Ort versparen.

Worauf es ankommt, wenn man die Schweere genau erkennen will.

§. 5. Wenn man demnach die Art der Schweere genau erkennen will, so muß man die Grösse des Cörpers zugleich mit erkennen, damit man weiß, wie viel Schweere unter einer gewissen Grösse enthalten ist, z. E. wie schweer ein Cubic-Zoll oder ein Cubic-Schuh von einer gewissen Materie ist. Ich setze voraus (§. 215. Geom.), daß ein Cubic-Schuh ein Würffel ist, der einen Schuh lang, einen breit und einen hoch ist: ein Cubic-Zoll ein Würffel, der einen Zoll lang, einen breit und einen hoch ist.

Wie man die Art der Schweere in flüßigen und einigen andern Materien determiniret.

§. 6. Da die flüßigen Materien die Figur eines jeden Gefässes annehmen, darein man sie geußt, ingleichen andere, die aus einem Hauffen kleiner Körner bestehen, als Sand, Getreyde und so weiter; so darff man nur ein Gefässe von einer gegebenen Grösse, z. E. einen Cubic-Zoll, $\frac{1}{4}$ Cubic-Schuh und dergleichen machen lassen und die Materie hineingiessen oder schütten. Denn solchergestalt bekommt man einen Cubic-Zoll, oder $\frac{1}{4}$ Cubic-Schuh von derselbigen Materie. Derowegen wenn man so wohl das leere, als das gefüllete Gefässe auf einer guten Wage abwäget; so weiset der Unterscheid

die

die Schweere eines Cubic-Zolls oder des vierdten Theiles von einem Cubic-Schuhe von derselben Materie, das ist, wie schweer so viel von dieser Materie ist, als einen Cubic-Zoll, oder den vierden Theil eines Cubic-Schuhes erfüllet. Ich habe zu dem Ende ein blechernes Gefässe ABCDGEF verfertigen lassen, welches inwendig einen Zoll lang, einen breit und etwas mehr als einen hoch ist: jedoch inwendig rings herum die Höhe eines Zolles abstechen lassen durch Linien, die mit den Seiten GE, EF &c. parallel gezogen worden, damit ich einen Cubic-Zoll haben kan (§. 215. Geom.). Und weil in einer so kleinen Grösse das Loth, damit das Gefässe zusammen gelöthet wird, leicht einige Grane benehmen könnte; so habe die Flächen DGEC, CEFB &c. unten mit einem kleinen Rande machen lassen, damit sie gantz von aussen an die Grund-Fläche haben können angelöthet werden und dadurch verhütet worden, daß nichts vom Lothe inwendig in das Gefässe kommen. Weil das eiserne und verzinnte Blech leicht rostet, wenn es naß wird; so ist besser, wenn man meßingenes Blech dazu nimmet. Dieses Gefässe wieget eine halbe Untze, 2 drachmas und 45 Gran, oder 6 drachmas und 45 Gran, das ist, 405 Gran. Wenn nun dasselbe so weit gefüllet wird, bis es einen Cubic-Zoll austräget, und man wäget das gefüllete Gefässe ab, so darff man

Tab. I. Fig. 1.

Vorsichtigkeit bey Instrumenten zu experimentiren.

man nur jederzeit 405 Gran abziehen, damit man die Schweere der flüßigen Materie bekomme. Damit ich aber das Rechnen nicht nöthig habe; so lege ich allezeit zu dem Gewichte mit hinein eine halbe Untze, 2 dr. und 45 Gr. damit ich es nach diesem nur wieder wegnehmen darff und das Gewichte der im Gefässe enthaltenen Materie allein übrig behalte.

Vortheil im Experimentiren.

Schweere des Wassers.

§. 7. Als ich in dieses Gefässe so viel Wasser gegossen, als ein Cubic-Zoll austräget, und es auf der Wage in wagerechten Stand gesetzet; so hat das Wasser 1 Untze und 15 Gr. oder 495 Gr. gewogen. Es stund aber die Wage so genau inne, daß, als ich noch 2 Gr. zulegte, der Ausschlag einen Winckel von 7 Graden machte. Nun hält ein Cubic-Schuh 1000 Cubic-Zoll (§. 2. Exper. & §. 216. Geom.): derowegen muß ein Cubic-Schuh von diesem Brunnen-Wasser, welches ich abgewogen, 495000 Gr. oder 64 Pfund (das Pfund zu 16 Untzen gerechnet) und 348 Gr. oder 66 Pfund 264 Gr. nach gemeinem Gewichte halten. Ob ich nun gleich die Schweere eines Cubic-Schuhes Wasser durch so weniges Wasser herausgebracht; so stimmet es doch mit dem, was andere angeben, ziemlich überein: denn insgemein rechnet man 64 Pfund für einen Cubic-Schuh Wasser nach Rheinländischem Maasse.

Wie die Accurateſſe im Abwägen andern zu bedeuten.

Wie des Autoris Versuch mit andern übereinstimmet.

Man

Man findet freylich, daß nicht alle die Grösse eines Cubic-Schuhes Wasser von gleicher Schweere angeben. Allein es ist zu mercken, daß weder das Maaß, noch das Gewichte überall von einer Grösse angenommen wird, auch nicht alles Wasser einerley Art der Schweere hat. Ueber dieses sind auch nicht alle Instrumente, die man dazu brauchet, von gleicher Güte: wie ich dann selbst unten (§. 210.) zeigen werde, daß die gegenwärtige Manier die Schweere des Wassers zu untersuchen nicht die beste sey. Wir müssen sie aber hier brauchen, weil sie sich bloß auf die gemeine Erkäntniß gründet, die einem jeden aus der Erfahrung beywohnet: da andere Manieren andere Erkäntniß voraussetzen, dazu wir erst nach diesem gelangen werden. Endlich wenden auch nicht alle gleich viel Fleiß und Sorgfalt an. Derowegen ist es kein Wunder, wenn sich hierinnen unterweilen ein grosser Unterscheid befindet.

Warum sich ein Unterscheid bey den Autoribus befindet.

§. 8. Als ich das Wasser, welches einen Cubic-Zoll erfüllete, in ein kleines Cylindrisches Glaß goß; so ward dasselbe davon gantz voll. Es wog aber das leere Glaß 5 dr. 21 Gr. oder 321 Gr. Nachdem ich es mit Queckſilber vollgefüllet und mit 12 Gr. Wachs die Mündung vermachet hatte; habe ich es wie vorhin das Wasser abgewogen und nach gehörigem Abzuge für das Glaß

Schweere des Queckſilbers.

und

und das Wachs die Schweere des Queckſilbers gefunden 13 Untz. 6 dr. 18 Gr. oder 6618 Gr. Und demnach wieget ein Cubic-Zoll Queckſilber 6618 Gr. folgends ein Cubic-Schuh 6618000 Gr. das iſt, 861 Pfund (das Pfund abermahl zu 16 Untzen gerechnet, dergleichen ich allezeit verſtehe, wo Untzen, drachmæ und Grane dabey gerechnet werden) und 552 Gr. (§. 2.).

Verhältniß der Schweere des Waſſers und Queckſilbers.

§. 9. Und hieraus läſſet ſich die Verhältniß finden, welche die Schweere des Queckſilbers zu der Schweere des Waſſers hat. Denn da ein Cubic-Zoll Waſſer 495 Gr. (§. 7.), ein Cubic-Zoll Queckſilber 6618 Gr. hält (§. 8.); ſo verhält ſich die Schweere des Waſſers zu der Schweere des Queckſilbers wie 495 zu 6618, das iſt, wenn man beyderſeits durch 45 dividiret (§. 75. Arithm.) wie 11 zu 147. Weil demnach $13\frac{4}{11}$ herauskommet, wenn man die gröſſere Zahl durch die kleinere dividiret, welcher Bruch etwas gröſſer als $\frac{1}{3}$ iſt, indem (§. 78. Arithm.) $\frac{4}{12}$ ſo viel als $\frac{1}{3}$ ſind; ſo iſt das Queckſilber etwas über 13 $\frac{1}{3}$ mahl ſchweerer als das Waſſer (§. 65. Arithm.). Insgemein ſetzet man das Queckſilber 14 mahl ſo ſchweer als das Waſſer.

Schweere des feinen weiſſen Sandes.

§. 10. Ein Cubic-Zoll feiner weiſſer Sand iſt (§. 6.) in ſeiner Schweere 1 Untze 5 dr. 7 Gr, oder 787 Gr. befunden worden.

Weil

Weil ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. hält (§. 7.); so verhält sich die Schweere dieses Sandes zu der Schweere des Wassers wie 787 zu 495, nemlich die Schweere des Wassers hält von der Schweere des Sandes $\frac{495}{787}$ das ist, bey nahe $\frac{5}{8}$ (§. 118. Arithm.). Und demnach ist die Verhältniß der Schweere des Sandes zu der Schweere des Wassers bey nahe wie 8 zu 5, das ist, wenn man die Schweere des Sandes in 8 Theile eintheilet; so hat die Schweere in gleich vielem Wasser davon bey nahe oder etwas mehr als 5 solcher Theile (§. 77. Arithm.). Man wird ohne mein Erinnern begreiffen, daß diese Verhältnisse nicht auf allen Sand sich deuten lässet.

Nutzen dieser Versuche.

§. 11. Vielleicht werden einige meinen, es hätten diese Versuche keinen Nutzen und wären bloß Subtilitäten, deren man so wohl in Wissenschafften, als auch im menschlichen Leben entrathen könnte: allein es befindet sich in beyden Stücken das Widerspiel. Wir werden selbst im Fortgange der gegenwärtigen Versuche sehen, daß man sie so wohl in Erkäntniß der Natur, als in der Kunst brauchen kan, und da die Kunst im menschlichen Leben Nutzen schaffet; so müssen auch sie im menschlichen Leben nützlich seyn. So könnte man in der Natur den Unterscheid der verschiedenen Wasser, ingleichen des Regen- und Schnee-Wassers

zu verschiedenen Jahrs-Zeiten und bey andern veränderlichen Umständen der Witterung, wie nicht weniger des Thaues und geschmoltzenen Hagels, des Urines bey verschiedenen Umständen oder Zustande des Leibes, und was dergleichen mehr ist, untersuchen. In der Landwirthschafft erfähret man dadurch die Güte des Getreydes um den Unterscheid der Fruchtbarkeit der Aecker, zu einer Jahrs-Zeit, ingleichen auf einem Acker zu verschiedenen Jahrs-Zeiten genau zu determiniren. Es lässet sich auch der Unterscheid der Milch bey verschiedenem Futter des Viehes dadurch bestimmen und was dergleichen mehr ist. Gleichwie aber immer eine Erkäntniß uns zu der andern leitet (welches man auch aus gegenwärtiger Schrifft abnehmen kan, wo wir uns als treue Wegweiser derjenigen Wahrheiten bedienen, die wir theils in andern Schrifften, theils im vorhergehenden dieser Schrifft ausgeführet); so giebet auch diese Erkäntniß denenjenigen, welche im Nachdencken genung geübet sind, Anlaß weiter zu gehen.

Nöthige Erinnerung.

§. 12. Ungeachtet ich bloß ein Gefässe von einem Cubic-Zoll erwehlet, weil es jetzt meine Umstände nicht gelitten mit grössern einen Versuch zu thun; so siehet doch leicht ein jeder, daß es in vielen Fällen rathsamer sey ein grösseres Gefässe von einigen Cubic-Zollen zu gebrauchen. Nur hat man zweyerley

ley Vorsicht dabey nöthig. Einmahl muß man davor sorgen, daß die Fähigkeit des Gefässes oder der leere Raum, den es in sich fasset, und von der abzuwägenden Materie erfüllet wird, in den kleinsten Theilen des Maasses (§. 2.) bekandt ist. Darnach muß man sich wohl in acht nehmen, daß nicht durch die Schweere des angefüllten Gefässes die Wage an dem Ausschlage allzusehr gehindert (§. 1.) und dadurch das wahre Gewichte der abzuwägenden Materie weniger erkandt wird, als wenn man vielweniger davon auf eben derselben Wage abgewogen hätte. Denn aus der Beschaffenheit des Ausschlages in einer Wage muß man urtheilen, welche Grösse des Gefässes die beste sey: welches vor diesesmahl nicht genauer untersuche.

§. 13. Weil die Theile der festen Cörper zusammen halten (§. 4. Hydrost.); so nehmen sie auch nicht wie die flüßigen die Figur des Gefässes an, darein man sie leget. Und demnach kan man einen Cubic-Zoll, oder Cubic-Schuh nicht auf eine solche Art haben, als wie von den flüßigen. Unterdessen wäre es doch auch eine sehr mühsame, ja in einigen Fällen fast unmögliche Sache aus einer abzuwägenden Materie erst einen Cubic-Zoll oder Cubic-Schuh zu verfertigen. Derowegen ist das sicherste, man lasse die Figur und Grösse

Wie die Schweere der festen Cörper zu determiniren.

des Cörpers, wie sie ist, oder nehme von ihm ein genaues Pfund oder Untze, oder noch kleineres, oder auch grösseres Gewichte, lege es in das Gefässe, dessen Grösse man genau zu determiniren weiß, und fülle den übrigen Raum herum entweder mit Sande, oder mit Wasser aus, woferne sich das Wasser nicht hinein ziehet. Denn auf solche Weise kan man die Grösse des abzuwägenden Cörpers bestimmen (§. 246. Geom.). Da nun aber auch sein Gewichte bekandt ist; so erfähret man auf solche Weise, wie viel Schweere eine feste Materie unter einer gewissen Grösse hat und erkennet demnach die Art der Schweere.

Vorsichtigkeit bey dem Versuch.

Weil es hier hauptsächlich auf den Unterscheid der Höhe ankommet, den das Wasser oder der Sand hat, indem der Cörper darinnen, oder heraus ist (§. cit. Geom.); so muß das Gefässe nicht gar zu eine grosse Grundfläche, sondern lieber eine grössere Höhe haben (§. 239. Geom.) und also nicht gar zu lang, noch gar zu breit seyn (§. 218. Geom.).

Schweere des Bleyes.

§. 14. Ich will vor diesesmahl nur ein einiges Exempel von dem Bleye anführen. Nemlich als ich ein Stücke Bley, welches 4 Untzen 3 drachmas und 10 Gran wog, in das Cubic-Zollische Gefässe hinein legte und noch so viel Wasser hinein goß, bis ein Cubic-Zoll erfüllet ward (§. 6.); so wurden

auf

auf der Wage für das Wasser 5 drachmæ gefunden, oder, welches gleich viel ist (§. 2.), 300 Gran. Nun wieget ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. (§. 7.) und demnach findet man für den Raum des Wassers 606060 $\frac{300}{495}$, oder 606061 Cubic-Scrupel (§. 113. Arithm.), folgends bleibet für die Grösse des Bleyes 393939 Cubic-Scrupel übrig (§. 18. 49. Arithm.). Weil nun 393939 Cubic-Scrupel Bley 4 Untzen 3 dr. 10. Gr. oder 2110 Gr. wiegen; so findet man für einen Cubic-Zoll Bley 5356 Gr. das ist 11 Untz. 1 dr. 16 Gr. (§. 113. Arithm.), folgends für einen Cubic-Schuh Bley 697 Pfund 6 Untz. 2 dr. 40 Gr. Wenn man die Schweere von einem Cubic-Schuh Bleye genauer determiniren wollte, so wäre rathsamer, daß man den Versuch mit einem grössern Stücke anstellete. Allein da ich jetzt mehr vorhabens bin die Art und Weise, wie man verfähret, wenn man die Schweere der festen Cörper finden will, zu erklären, als diese auszumachen, in welcher Absicht ich mich bey dem gegenwärtigen Exempel nicht völlig nach der vorgeschriebenen Regel gerichtet (§. 13.); so mag es auch vor diesesmahl hierbey sein Bewenden haben.

§. 15. Es haben aber dergleichen Versuche vielfältigen Nutzen auch im gemeinen Leben. Z. E. Wenn man in der Bau-Kunst

Nutzen solcher Versuche.

die Schweere der Mauer ausrechnen will; so darf man nur die Schweere eines Ziegels und einer gewissen Portion Sandes und Kalcks auf vorhin beschriebene Weise (§. 10. 13.) ausmachen: denn da man vermittelst der Regeln der Bau-Kunst und der Geometrie ausrechnen kan, wie viel Ziegel, Sand und Kalck auf die gantze Mauer gehen, so lässet sich nach diesem auch durch die Regel detri (§. 113. Arithm.) die Schweere aller dieser Ziegel, alles Sandes und Kalckes, das ist, der gantzen Mauer finden. Eben so siehet man, daß sich auf solche Weise die Schweere eines Balckens determiniren lässet, ohne daß man nöthig hat ihn auf einer Wage abzuwägen. Anderer Fälle will ich jetzt nicht gedencken.

Bewegung der Cörper in flüßiger Materie.

§. 16. Man findet, daß so wohl die flüssigen Materien in denen schweereren, mit denen sie sich nicht vermischen, als auch alle feste Materien durchgehends in einer schweereren flüßigen Materie in die Höhe steigen: hingegen die schweereren in der leichteren zu Boden sincken. Z. E. Holtz steiget im Wasser in die Höhe; Bley hingegen sincket unter. Lufft steiget im Wasser in die Höhe; Oleum Tartari per deliquium sincket unter. Oleum Petroleum steiget im spiritu vini in die Höhe, aber Oleum Tartari sincket darinnen unter: hingegen sincket im Oleo Tartari per deliquium der

Art der Schweere verschiedener Cörper.

Feil-

Feil-Staub oder Hammerschlag unter. Und daraus kan man erkennen, ob eine Materie leichter oder schweerer ist als die flüßige Materie. Z. E. Holtz ist leichter, Bley schweerer als Wasser. Lufft ist leichter, Oleum Tartari per deliquium schweerer als Wasser. Oleum Petroleum ist leichter, Oleum Tartari schweerer als Spiritus vini; hingegen Feil-Staub oder Hammerschlag schweerer als das Oleum Tartari. Dergleichen Sachen lassen sich aus der Erfahrung leicht anmercken: allein sie sind doch nützlich zu wissen, wie sichs auch nach diesem mit den angeführten Exempeln zeigen wird. Hier mercke ich nur noch dieses an, daß alle Metalle ausser dem Golde im Queckſilber in die Höhe steigen, und das Gold darinnen allein untersincke. Wenn das Gold, z. E. ein Ducaten, in das Queckſilber geworffen wird; so wird er davon gantz weiß, als wie das Holtz im Wasser naß wird. Leget man ihn aber auf eine glüende Kohlen, oder hält ihn nur darüber; so flieget das Queckſilber wieder weg, als wie das Holtz in der Wärme trocken wird: welches man mercken muß, wenn man den Versuch anstellen will. Und hieraus erkennet man, daß alle Metalle leichter sind als das Queckſilber, hingegen das Gold allein schweerer ist.

Wie man das Queckſilber von dem Golde bringet.

Versuch der Alten die vier Elemente vorzustellen.

Tab. I. Fig. 2.

§. 17. Und hieraus lässet sich der Versuch der Alten die vier Elemente vorzustellen erklären. Es sey AB ein ovales Glaß mit einem engen Halse A und einem breiten Fusse BCD, damit es feste stehen kan, wenn man es niedersetzet. Auf den Boden B bis IK wirfft man reinen Feil-Staub oder Hammerschlag das ist, kleine Stücklein Stahl oder Eisen, die abgefeilet werden, hinein. Darauf geust man bis in GH Oleum Tartari per deliquium, ferner bis EF spiritum vini und bis A Oleum Petroleum destillatum. Hier stellet nach der Meinung der Alten der Feil-Staub BIK die Erde als das schweereste Element vor; das Oleum Tartari per deliquium KIGH das Wasser, welches leichter ist als die Erde, der spiritus vini GHFE die Lufft, als welche leichter ist als das Wasser; das Petroleum EFA das Feuer, welches leichter ist als die Lufft. Nehmlich weil die Erde untersincket, so erkennet man, daß sie schweerer ist als das Wasser: hingegen weil die Lufft im Wasser und das Feuer in der Lufft in die Höhe steiget, so erkennet man daraus, daß die Lufft leichter sey als das Wasser und das Feuer leichter als die Lufft (§. 16.). Wenn man das Glaß schüttelt, daß alle vier Materien unter einander vermenget werden und einen finstern Klumpen vorstellen; so sondern sich nach diesem, wenn die Bewegung des Glases

ſes aufhöret, dieſelben wieder von einander und nimmet eine jede ihre beſondere Stelle ein. Nehmlich weil die drey übrigen Materien ſchweerer ſind als das Petroleum (§. 16.), ſo ſincken ſie alle darinnen unter und alſo bleibet daſſelbe zu oberſte ſtehen. Weil das Oleum Tartari und der Feil-Staub ſchweerer ſind als der Spiritus vini, ſo ſincken ſie gleichfalls darinnen unter, und demnach bleibet der Spiritus vini darüber ſtehen unter dem Petroleo. Endlich weil der Feil-Staub ſchweerer iſt als das Oleum Tartari per deliquium; ſo ſincket er auch darinnen unter und alſo bleibet es über ihm unter dem ſpiritu vini ſtehen. Die Alten bildeten ſich ein, es wäre die Welt aus einem wüſten Klumpen entſtanden und beſtünden alle cörperliche Dinge aus Erde, Waſſer, Lufft und Feuer. Weil nun ihrer Meinung nach die vier Elemente in dem wüſten Klumpen, den ſie das Chaos nannten, in einander vermenget waren; ſo wolten ſie durch gegenwärtigen Verſuch zeigen, wie die vier Elemente ſich von einander abgeſondert und jedes ſeine Stelle bekommen hätte. Und ſiehet man leicht, wie gegenwärtiges Experiment erfunden worden. Man hat vier Materien geſucht, davon drey flüßig ſind, eine aber feſte iſt, und zwar von der Beſchaffenheit, daß keine ſich mit der andern vermiſchen läſſet, die feſte

Erklärung des Verſuches.

Abſicht der Alten dabey.

Wie man ihn erfunden.

unter ihnen am schweersten und von den drey flüßigen eine immer leichter ist als die andere. Diese Materien aber sind von denen, die mit der Chymie umgehen durch die Erfahrung (§. 16.) erkandt worden. Unerachtet nun die Meinung der Alten von dem Ursprunge der Welt aus einem Chaos, oder wüsten Klumpen, und von den vier Elementen der cörperlichen Dinge gantz ungegründet ist (§. 584. & seqq. Met.) und solchergestalt der Nutzen wegfället, den sie intendiret; so zeigen sich doch in gegenwärtigem Versuche viele Wahrheiten, als 1. daß Petroleum leichter sey als Spiritus vini und noch viel leichter als Oleum Tartari per deliquium; 2. daß Petroleum nicht mit Spiritu vini und oleo Tartari, noch eines von den letzteren beyden mit dem ersten sich vermischen lässet; 3. daß einige flüßige Materien sind, die sich mit einander nicht vermischen lassen und deren eine doch schweerer ist als die andere, folgends 4. die leichtere allzeit über der schweereren stehen bleibet und eine jede von beyden ihre Stelle einnimmet; 5. daß, wenn flüßige Materien von verschiedener Schweere, die sich mit einander nicht vermischen lassen, unter einander gemenget werden, sie sich durch die blosse Schweere wieder von einander absondern; 6. daß diese Absonderung um so viel geschwinder

Was man daraus erkennet.

geschie-

geſchiehet, je weniger die Materien ſich mit einander vermiſchen laſſen und je gröſſer der Unterſcheid der Schweere iſt, indem wir ſehen, daß das Petroleum zuerſt, nachdem der Spiritus vini, zuletzt aber das Oleum Tartari per deliquium ſich völlig abſondert; 7. daß in dieſer Abſonderung ſo wohl das ſchweerere nieder, als das leichtere in die Höhe ſteiget, indem man ſiehet, daß, wenn etwas von dem oleo Petroleo mit bis unter dem Spiritu vini im oleo Tartari zurücke geblieben, ſelbiges durch den Spiritum vini bis zu dem oleo Petroleo hinauf ſteiget. Alle dieſe Wahrheiten aber werden in dem folgenden und zu ſeiner Zeit in Betrachtung der Natur nützlich befunden werden. Und wenn auch gleich keine davon einigen Nutzen hätte (wie ſich doch bald das Wiederſpiel zeigen wird); ſo wäre es doch dienlich ſie anzumercken, weil man durch dergleichen Uebungen in Beobachtung natürlicher Begebenheiten aufmerckſam wird, auch zu deutlichen Begriffen ſich dadurch angewöhnet (§. 19. c. 1. Log.).

Aufmerckſamkeit im Obſerviren.

§. 18. Aus dem, was von der verſchiedenen Art der Schweere geſaget worden, läſſet ſich auch die Beſchaffenheit des Waſſer-Paſſes erklären. Es beſtehet der Waſſer-Paß aus einer gläſernen Röhre AB, die in beyden Enden A und B zugeſchmeltzet, oder ſonſt feſt verwahret und bey nahe gantz

Beſchreibung und Gebrauch des Waſſer-Paſſes.

Tab. I. Fig. 3.

voll entweder mit Wasser, oder wenn er in der Kälte dauren und nicht gefrieren soll, mit Spiritu vini gefüllet worden. Und kan der Spiritus vini gefärbet werden, wie unten bey den Wetter-Gläsern folgen soll, damit man die blosse Lufft, welche zurücke bleibet, desto besser sehen mag. Weil nun die Lufft leichter ist als das Wasser oder der Spiritus vini; so steiget sie auch allzeit über das Wasser und den Spiritum vini; die Röhre mag geleget werden wie man will (§. 16.). Derowegen wenn der Wasser-Paß AB nach der Länge geleget wird und die Lufft bleibet in C stehen; so ist dieses eine Anzeige, das in der Linie AB kein Punct höher ist als C, und demnach dieselbe horizontal sey (§. 36. Mech.). Und auf solche Weise dienet der Wasser-Paß die Sachen horizontal zu richten, auch auf einer Vertical-Fläche, als z. E. auf einer Tafel, die an der Wand hänget, eine horizontal-Linie zuziehen, daß ist, eine Linie, die in allen ihren Puncten von dem Mittel-Puncte der Erde gleich weit weg ist. Derowegen weil im Wasser-Wägen es hauptsächlich darauf ankommt, daß eine Horizontal-Linie gezogen wird (§. 150. Mech.); so pfleget man auch den Wasser-Paß in der Kunst zu Verfertigung der Wasser-Wagen zu gebrauchen, dergleichen ich an seinen Orte (§. 159. Mech.) beschrieben. Wenn die

Vo sich-tigkeit

Lufft

Lufft sich schnelle bewegen soll, welches nöthig ist, woferne man die Horizontal-Linie genau erkennen will; so muß die Röhre nicht allzu enge, noch die Lufft zu wenig seyn. Der Wasser-Paß, den ich bey den Experimenten gebrauche, ist ohne die Spitze DB 4. Zoll, 7. Linen lang, 3. Linien mit der Dicke des Glases, die wenig austräget, weit. Die Lufft, wenn sie in C stille stehet, machet ein Oval, so 3. Linien 6. Scrupel lang, 2. Linien 4. Scrupel breit ist. Und ist diese Blase sehr beweglich bey der geringsten Veränderung in der Lage der Röhre AB: daher es auch schweer fället sie mitten in C stille zu erhalten. Wenn die Röhre in A aufgehänget wird, so ist der Theil der Röhre, der mit Lufft erfüllet, 2. Linien und 4. Scrupel lang. Je mehr das eine Ende der Röhre erhaben wird, je schneller steiget die Blase in die Höhe, und wird zugleich die Länge des Ovals verkürtzet.

in Verfertigung des Wasser-Passes.

Wie des Autoris seine beschaffen.

Das 2. Capitel.

Von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien.

§. 19.

DEn wagerechten Stand der flüssigen Materie kan man am bequemsten mit gebogenen gläsernen Röhren, die man auch Heber zu nennen pfleget,

Wie die gläsernen Röhren gebogen werden.

get, unterſuchen. Es werden aber die Röhren, wenn ſie nicht gar zu dicke ſind, an einem gewöhnlichen Lichte, die andern aber an einer Lampe mit einem dicken Dachte gebogen. Man muß dabey einige Handgriffe brauchen, daß die Röhren nicht zerbrechen, auch an den Ecken A und C nicht zu ſcharff, ſondern in die Rundung gebogen werden. Man hält nehmlich das Glaß, wo es ſoll gebogen werden, an die Flamme des Lichtes, bis es weich wird und durch die eigene Schweere des Theiles AB niedergebogen wird: welches man doch nicht frey, ſondern auf den Fingern aufliegen läſſet, damit es nicht zu ſtarck gebogen wird, ſondern man es lieber ſelbſt ſo viel biegen kan, als einem beliebet. Daher man ſich gewöhnen muß, mit dem biegen ſehr gemächlich umzugehen: ſonſt ſpringet die Röhre entzwey, oder wenigſtens bieget man ſie zu ſtarck. So bald man aber vermercket, daß ſie zum biegen willig wird, muß man ſie von dem Puncte B an, wo ſie ſich zu biegen anfänget, noch immer weiter fort gegen C zu in die Flamme ſchieben, bis man ſie genung gebogen hat, nachdem es nehmlich unſer Vorhaben erfordert. Und auf ſolche Weiſe kan man die geraden gläſernen Röhren in alle Figuren krümmen, ſie mögen ausſehen, wie ſie wollen. Nur iſt noch dieſes zu mercken, daß man den Theil des

Tab. I. Fig. 4.

Vorſichtigkeit dabey.

Glaſes,

Glaſes, der im Feuer geweſen, nicht auf einmahl, ſondern nach und nach aus dem Feuer und von ihm wegbringen muß, denn ſonſt pfleget die Röhre entweder daſelbſt zu ſpringen, oder wird doch ſehr gebrechlich, daß ſie nachdem, ehe man ſichs verſieht, durch den geringſten Stoß zerbrochen wird.

§. 20. Damit wir nun den wagerechten Stand der flüßigen Materien erkennen möchten; ſo habe ich anfangs eine Röhre genommen, da die beyden Schenckel AB und DC von gleicher Gröſſe und Weite waren und auf dem unteren Theile BC perpendicular ſtunden. In dieſe Röhre habe ich Waſſer gegoſſen, welches denn in einem Schenckel ſo wohl, als in dem andern in die Höhe geſtiegen. Es giebet zwar der Augenſchein, daß, wenn man die Röhre gerade vor ſich hält, damit die beyden Schenckel AB und DC mit der Länge unſers Leibes, indem wir aufgerichtet ſtehen, parallel ſind, das Waſſer in dem einen AB ſo hoch ſtehet, als in dem andern: allein damit man die Beſchaffenheit des wagerechten Standes der flüßigen Materien klärer und deutlicher erkennen möchte; ſo habe ich mich dabey des Waſſer-Paſſes (§. 18.) auf doppelte Weiſe bedienet. Nachdem ich die Röhre, wie erſt gemeldet worden, vor mich geſtellet; ſo lege ich an die oberſten

Erſter Verſuch von dem wagerechten Stande der flüſſigen Materie. Tab. I. Fig. 4.

Flächen

Fig. 3. Flächen des Wassers E und F in beyden Schenckeln den Wasser-Paß. Weil nun das Bläslein alsdenn in der Mitte stehen bleibet; so ist klar, daß die Linie EF horizontal sey, und also beyde obere Flächen des Wassers in einer Horizontal-Linie stehen, folgends von dem Mittel-Puncte der Erde gleich weit weg sind (§. 18.). Ich lege

Fig. 4. den Wasser-Paß AB an eine an der Wand hangende Taffel und wende ihn so lange, bis das Bläslein in C stille stehet; so ist die Linie AB horizontal (§. 18.). In dieser mercke ich zwey Puncte auf der Taffel

Fig. 5. mit einem subtilen Stiffte; so sind sie in der Horizontal-Linie, folgends wenn ich dadurch eine gerade Linie EF ziehe, so ist dieselbe horizontal. An diese Linie EF lege ich die gekrümmete Röhre ABCD dergestalt, daß die beyden Schenckel in L und K durchschnitten werden, und also vermöge der Beschaffenheit der Röhre auf EF perpendicular stehen. Wenn man nun die Höhen des Wassers LM und KN beyderseits mit dem Circul abnimmet: so wird man finden, daß sie von einer Grösse sind. Weil nun die Linie MN mit der Horizontal-Linie EF parallel ist (§. 25. Geom.); so ist sie gleichfalls eine Horizontal-Linie und demnach wie vorhin klar, daß die beyden oberen Flächen M und N in einer Horizontal-Linie stehen. Man darf auch nur die

Röhre

Röhre in M und N an die Horizontal-Linie legen; so wird man finden, daß, wenn das Wasser an einer Röhre in der Horizontal-Linie stehet, solches auch in der andern geschiehet.

§. 21. Damit man das Wasser besser sehen kan, darf man es nur färben, z. E. roth, indem man etwas von geraspeltem Brasilien-Holtze hinein wirfft und eine Weile darauf stehen lässet, bis es sich genung gefärbet: wozu einige Stunden erfordert werden. Wenn die Röhre nicht weit ist, wie gemeiniglich dergleichen Röhren sind, welche man an dem Lichte, oder der Lampe (§. 19.) zu biegen pfleget; so stecket man das eine Ende A ins Wasser und sauget an dem andern D, wenn man die gebogene Röhre füllen will. Warum man das Wasser hinein saugen kan, wird sich unten an seinem Orte zeigen. Nächst diesem ist zu mercken, daß man zwar alles, was von dem wagerechten Stande in vorhergehendem Versuche zu dessen deutlicher Erkäntniß beygebracht worden, gründlicher erweisen kan: allein weil man in die Mathematick zu tieff hinein geriethe und absonderlich die Beweise weitläfftig fallen würden, da ich in den deutschen Anfangs-Gründen nicht alle hierzu nöthige Sätze erwiesen; so lasse es vor diesesmahl hierbey bewenden. Man siehet aber schon zum voraus, wie man überall der Mathematick

Vorsicht bey dem Versuche.

Tab. I. Fig. 4.

Warum man nicht alles davon demonstriret.

Nutzen der Mathematick in

von

Erkäntniß der Natur. Warum man im Experimentiren genau verfahren muß.

von nöthen hat, wenn man auch in Dingen, die zur Erkäntniß der Natur und Kunst gehören, sich nicht übereilen will. Vielleicht werden unverständige für unnütze Subtilitäten ausschreyen, was ihnen zu hoch ist: allein wem bekandt ist, wie leicht man sich betrügen kan, wo man nicht alles genau in acht nimmet, und wie gefährlich es ist, wenn man einen Fehltritt bey demjenigen thut, was man als Gründe andere Dinge daraus zu erklären annimmet, derselbe wird gantz anders urtheilen. Hierzu kommet, daß die Vorsichtigkeit im Observiren und Experimentiren durch die Uebung kommet, und diese anfangs im leichten geübet werden muß, woferne man geschwinde zu einer Fertigkeit kommen will.

Grund des wagerechten Standes in vorigem Versuche.

§. 22. Nun ist zwar hier nicht nöthig, daß ich von allen demjenigen, was durch Versuche heraus gebracht wird, einen Beweiß beyfüge, und könnte ich hier um so viel eher dieser Mühe entübriget seyn, weil ich den wagerechten Stand der flüßigen Materien schon anderswo (§. 17. Hydrost.) ausführlich erwiesen: jedoch finde ich nicht ohne Nutzen zu seyn, wenn ich etwas von dem Grunde, worauf der wagerechte Stand des Wassers in gegenwärtigem Versuche beruhet, hinzusetze, weil solches ein Licht geben wird, welches einem in andern Fällen wird leuchten können. Der

wage-

wagerechte Stand des Waſſers in gegenwärtigem Verſuche wird durch den Satz des zureichenden Grundes begriffen. Da beyde Schenckel der gekrümmeten Röhre AB und DC gleich weit ſind, und die Höhen des Waſſers ML und NK von gleicher Gröſſe erfunden werden (§. 20.); ſo kan man das Waſſer beyderſeits als zwey Cylinder von einer Grund-Fläche und einerley Höhe anſehen (§. 29. Geom.). Weil nun gleich viel Waſſer auch gleich ſchweer iſt; ſo iſt alles auf einer Seite ſo beſchaffen, wie auf der andern. Und demnach iſt kein Grund vorhanden, warum das Waſſer vielmehr in der Röhre DC als in der Röhre AB höher ſtehen ſolte. Da nun ohne einen zureichenden Grund nichts geſchehen kan (§. 30. Met.); ſo kan auch das Waſſer in keiner Röhre höher ſtehen als in der andern. Tab. I. Fig. 5.

§. 23. Wenn wir den Beweis erwegen, ſo werden wir befinden, daß von dem Waſſer nichts weiter angenommen wird, als daß es die Figur der Röhre annimmet und ſchweer iſt. Da nun das erſtere allen flüßigen Cörpern zukommet (§. 6.); ſo bleibet der Beweis in allem wie vorhin, man mag in die Stelle des Waſſers einen flüßigen Cörper ſetzen, was man vor einen will, wenn er nur ſchweer iſt. Und alſo ſiehet man vorher, ehe man es verſuchet, daß alle übri- Was von dem wagerechten Stande des Waſſers geſaget worden, gilt von allen flüßigen Materien, die ſchweer ſind.

ge flüßige Materien, die schweer sind, in gebeugten Röhren zu beyden Seiten gleich hoch stehen müssen. Und haben wir hier ein Exempel, wie sich dasjenige, was durch Erfahrung erkandt wird, in einen allgemeinen Satz bringen lässet (§. 15. c. 5. Log.).

Wie man durch Erfahrung zu allgemeiner Erkäntniß kommet,

Nehmlich in unserem Falle wird das Wasser nicht angesehen als Wasser, sondern als eine flüßige Materie, die schweer ist, und demnach kan man eine jede andere flüßige Materie an seine Stelle setzen. Und siehet man demnach vermittelst der Vernunfft vorher, was erfolgen wird, wenn dieses geschiehet.

und sich derselben mehr vergewissert.

Wenn man nun zum Ueberflusse es mit Spiritu vini, welcher leichter ist als das Wasser, und mit Queckſilber, so viel schweerer ist als dasselbe (§. 8.), ja das schweereste unter allen flüßigen Materien, die uns bekandt sind, versuchet; so findet man, es sey wahr, was man vorher gesehen und wird dadurch in der Richtigkeit des Beweises und daraus geleiteten allgemeinen Satzes bestetiget.

Warum sich der Autor bey leichten Dingen aufhält.

Es verdreußt mich nicht dieses bey dem gegenwärtigen leichten Exempel zu erinnern, weil wir es auch in andern Fällen werden nöthig haben, wo man nicht so leicht darauf fallen würde, und weil meine Absicht zugleich diese ist, daß ich zu genauer Untersuchung und gründlicher Erkäntniß der Natur und Kunst Anleitung gebe. Man soll in allen Dingen von dem leichten anfan-

fangen und mit seinen Gedancken bey dem stille stehen bleiben, was man gleich siehet, damit einen nicht dasjenige befremdet, was man nicht so leicht sehen kan.

§. 24. Nach diesem habe ich die Figur der Röhren auf allerhand Art und Weise geändert, damit man noch mehrere besondere Umstände von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien anmercken könnte. Und zwar habe ich anfangs nur den Stand der vorigen Röhre ABCD geändert, daß die Schenckel AB und CD nicht mehr, wie vorhin, mit der Horizontal-Linie IK einen rechten Winckel gemacht, sondern vielmehr einen schiefen. Da ich denn wie vorhin (§. 20.) gefunden, daß die Ober-Fläche des Wassers in beyden Röhren in einer Horizontal-Linie EF gestanden, und die Höhen EO und DL, oder die Entfernungen der oberen Fläche des Wassers von der Horizontal-Linie IK, gleich groß gewesen. Und so ist es beständig befunden worden, man mag die Röhre gegen die Horizontal-Linie IK gestellet haben, wie man nur immer will.

Anderer Versuch vom wagerechten Stande flüßiger Materien Tab. I. Fig 6.

§. 25. Hierauf habe ich eine Röhre ABCD genommen, da der eine Schenckel AB auf dem Theile BC gleich aufgerichtet, oder perpendicular gestanden, der andere aber DC mit ihm einen schiefen Winckel gemacht. Nachdem diese Röhre mit roth gefärbetem Wasser (§. 21.) gefüllet und durch den Was-

Dritter Versuch. Tab. I. Fig. 7.

ser-Paß die Horizontal-Linie HR determiniret worden (§. 18.); so habe die Röhre dergestalt gerichtet, daß AB mit gedachter Horizontal-Linie HR einen rechten Winckel gemacht: Da denn DC mit eben derselben nicht anders als einen schiefen machen können, indem BC an der Horizontal-Linie gelegen. Nachdem der Stand des Wassers untersuchet worden (§. 20.); so sind die Flächen des Wassers E und F in beyden Röhren abermahls in der Horizontal-Linie EF und demnach die Höhe FG der Höhe EI gleich, das ist, beyder Flächen E und F Entfernungen von der Horizontal-Linie HR sind einander gleich gewesen. Hieraus erhellet, daß das Wasser in einer schiefen Röhre DC mit dem in einer geraden EI die Wage hält, wenn seine Ober-Fläche über der Horizontal-Linie so hoch erhaben ist als das andere, oder wie man insgemein zu reden pfleget, wenn es gleich hoch stehet. Und demnach kan man jederzeit das eine in die Stelle des andern setzen, so wohl wenn man etwas durch Nachdencken suchet, oder erweisen will; als auch wenn man Versuche anstellet. Denn gleiches kan man ohnbeschadet der Grösse und was davon herrühret für einander in die Stelle setzen.

Erinnerung.

§. 26. Wer den Beweis verlanget, warum das Wasser in der schiefen Röhre CF mit dem in der geraden EI die Wage hält, wenn

wenn es beyderseits gleich hoch stehet, der muß die Anfangs-Gründe der Hydrostatick (§. 22.) nachschlagen. Daselbst wird er finden, daß das Wasser in der Röhre CF nicht mehr gegen B als das in der Röhre EB gegen C drucket. Dieses wird überhaupt von allen schweeren Cörpern in der Mechanick erwiesen (§. 113. Mech.), und soll an seinem Orte, wo nemlich von dem wagerechten Stande der festen Cörper gehandelt wird, auch durch Versuche ausgemacht werden. Tab. I. Fig. 7.

§. 27. Um die verschiedenen Umstände von dem wagerechten Stande des Wassers weiter auszumachen, habe ich noch ferner eine Röhre FEDCBA genommen, davon die beyden Theile FE uud DC auf ED rechtwinckelicht stunden, AB aber mit ihnen parallel war. Nachdem ich diese Röhre gerade vor mich gestellet, das ist, dergestalt daß die Theile FE, DC, AB auf der durch den Wasser-Paß determinirten Horizontal-Linie MN perpendicular waren (§. 18.); so ist abermahls das Wasser beyderseits in den Röhren AB und FE gleich hoch, nemlich in der Horizontal-Linie GH stehen blieben. Wenn die Röhren gantz voll gefüllet worden; so ist das Wasser in A heraus gelauffen, wenn ich den Finger weggethan, damit die Röhre AB zugehalten ward, bis es in der Röhre FE nicht höher als in M, und demnach abermahls in beyden Röhren an der Horizon- Vierdter Versuch. Tab. I. Fig. 8.

tal-Linie AM gestanden. Warum dieses geschiehet, ist gar leicht durch das vorhergehende zu begreiffen. Denn weil die schweeren Cörper gerade nieder drucken (§. 40. Mech.), so drucket das Wasser DE nicht mit auf das in DC, sondern bringet nur darauf den Druck des in der Röhre FE, und ist solchergestalt das Wasser ME und DC nicht anders anzusehen, als wenn es in einem fortgienge, und eine gerade aufgerichtete Röhre erfüllete, deren Höhe so groß wie GE und DC zusammen, das ist, wie GP wäre. Da nun HB eben dergleichen Röhre ist; so muß vermöge des ersten Versuches (§. 20.) das Wasser beyderseits bis an die Horizontal-Linie GH stehen bleiben. Man kan es auch folgender gestalt erweisen. Das Wasser in ED, wie wir gesehen, drucket nicht mit gegen das Wasser in BA. Nun hält das Wasser in GE mit dem in OH und das in DC mit dem in OB die Wage (§. 22.): derowegen muß das Wasser in GE und DC zusammen mit dem in HB die Wage halten. Man mag auch hier die Röhre auf der Horizontal-Linie MN niederbeugen, wie man will; so wird das Wasser beständig wie vorhin (§. 24.) beyderseits bis an eine Horizontal-Linie reichen. Dieser Versuch zeiget daneben insbesondere, daß der Druck der flüßigen Materie durch andere, die nicht mit drucket, fortgeleitet wird, auf diejenige,

Daß der Druck durch eine Materie, die nicht

ge, welche mit ihr in einem fortgehet: welches eben daraus klar ist, weil das Wasser in HB mit dem in GE und DC eben so die Wage hält, als wenn die beyden Theile der Röhre GE und DC an einander wären und in einem fortgiengen. Warum die flüßigen Materien diese Eigenschafft haben, wird sich nach diesem begreiffen lassen, wenn wir ihren Druck etwas genauer untersuchen werden. Man muß aber bey Versuchen alles anmercken, was sich darinnen zeiget, und sie bringen uns solchergestalt öffters zufälliger Weise auf etwas, dazu man öffters schweer gelangen würde, wenn man mit Vorhaben darauf kommen solte. Wer hierauf acht hat, der wird bey wichtigeren Fällen eben dergleichen finden.

mit druckt, fortgeleitet wird.

Erinnerung.

§. 28. Ich habe noch weiter eine Röhre genommen, wovon der eine Schenckel EB auf dem unteren Theile BD gerade aufstund, der andere hingegen auf die Art gekrümmet war, wie die Figur ausweiset. Wenn abermahls durch den Wasser-Paß die Horizontal-Linie HR determiniret (§. 18.) und die Röhre EBDF dergestalt darauf aufgerichtet ward, daß BD an ihr lag und also EB auf ihr perpendicular war; so ist abermahls das Wasser beständig in einer mit der Horizontal-Linie HR parallel gezogenen AC stehen blieben, es hat so viel Wasser mögen hinein gegossen werden, als einem

Fünffter Versuch. Tab. I. Fig. 9.

beliebet, und ist der gegen die Horizontal-Linie inclinirte Theil KO so weit voll geblieben, wo ihn die Horizontal-Linie AI durchschnitten, in dem übrigen Raume KC ist es nicht weiter als bis an gedachte Horizontal-Linie gegangen. Und hieraus erhellet, daß das Wasser in KCOLQD mit dem in AB in Ansehung seines Druckes gleich zu achten sey und man in Beurtheilung des wagerechten Standes lediglich auf die Horizontal-Linie zu sehen habe, die durch die Fläche A in einem Orte gezogen wird, auf der andern Seite mag es durch so krumme Gänge gehen, als es immer mehr will. Es lässet sich auch die Gleichgültigkeit des Druckes eben so, wie in dem vorigen Versuche zeigen, wenn man die Theile des Wassers in der gekrümmeten Röhre, wo es niederwarts drucket, durch Parallel-Linien mit der Horizontal-Linie HR durchschneidet: denn hierdurch wird die Röhre AB in die einem jeden davon gleichgültige Theile zertheilet. Der Kürtze halber habe ich solches einem jeden selbst zu thun überlassen.

Sechster Versuch. Tab. II. Fig. 10.

§. 29. Ich habe endlich eine Röhre dergestalt gebogen, daß die Schenckel AB und DC auf BC und DE, hingegen die andern EF und HG auf FG und DE perpendicular gestanden und DC und EF viel grösser gewesen, als AB und HG. Nachdem die Ho-

Horizontal-Linie HR durch den Waſſer-Paß determiniret (§. 20.) und die Röhre darauf gehöriger Weiſe, wie vorhin, aufgerichtet worden; ſo iſt das Waſſer in den Röhren AB und GH beſtändig gleich hoch darüber, z. E. in der Horizontal-Linie IK ſtehen blieben: hingegen CDEF iſt allzeit gantz erfüllet geweſen, es mochte ſo wenig Waſſer in den Röhren AB und HG ſeyn als immermehr wolte. Das kommet einem wunderlich vor. Denn das Waſſer IB hält nur die Wage mit dem Waſſer LC und das in KG mit dem in FM (§. 20.). Nun drucket aber gegen BI nicht allein das Waſſer LC, ſondern auch das übrige bis LD, nemlich der gantze Cylinder CD, und gegen KG drucket nicht allein das Waſſer in FM, ſondern auch das in ME, nemlich der gantze Cylinder FE. Und alſo kan nicht IB mit DC und KG mit FE die Wage halten. Derowegen ſolte man meinen, es müſte ſich das Waſſer in der Röhre DC bis in O, und in der Röhre EF bis in P ſetzen (§. 20.): welches doch aber vermöge der Erfahrung nicht geſchiehet. Es iſt demnach nöthig, daß wir unterſuchen, woher dieſes komme.

Scrupel, ſo hierbey entſtehet.

§. 30. Es iſt allerdings klar (§. 20.), daß das Waſſer in IB nicht mit mehrerem als dem in CL und das in KG nicht mit mehrerem als dem in FM die Wage halten kan.

Daß die Lufft ſchweer ſey.

Tab. II. Fig. 10.

Nun ist ferner klar, daß das Wasser in DL mit dem in LC zugleich gegen das in IB und das in EM mit dem in MF zugleich gegen das in GK drucket, und folgends das in BI dem stärcker druckenden in CD und das in KG dem stärcker druckenden in EF weichen muß, woferne nicht mit beydem, nemlich so wohl dem in BI, als dem andern in GK noch was anders dem stärcker druckenden in CD und FE wiederstehen hilfft. Wir finden keine flüßige Materie, die auf das Wasser in IB und KG drucken kan als die Lufft. Und demnach muß die Lufft beyderseits dem Wasser in LD und ME Wiederstand thun und solchergestalt wie das Wasser niederwarts drucken. Derowegen ist klar, daß die Lufft schweer sey (§. 40. Mech.). Wir haben demnach die Schweere der Lufft durch einen sehr schlechten Versuch gezeiget, und erhellet hieraus, daß man auf eine sehr leichte Weise die Schweere der Lufft hätte entdecken können, wenn man im Experimentiren ordentlich verfahren wäre und den Vorurtheilen nicht Raum gegeben hätte. Ich setze dieses letztere mit Fleiß dazu: denn sonst möchte man aus der Aristotelischen Natur-Lehre antworten, wenn das Wasser aus D gegen C herunter fallen solte, bis es mit dem in AB gleich hoch stünde, so würde in der Röhre DC ein leerer Raum entstehen, die Natur aber könne keinen

Einwurff wird aus dem Wege geräumet.

nen leeren Raum leiden. Allein man siehet leicht, daß, was von der Wiederwärtigkeit der Natur über dem leeren Raume oder ihrer Furcht vor demselben gesaget wird, leere Wörter sind, mit denen man keinen Begriff verknüpffet (§. 6. c. 2. Log.). Hingegen wenn ich finde, daß etwas gegen das andere drucket und dieses kan ihm vor sich allein nicht wiederstehen, ich finde aber gleich wohl, daß es nicht weichet; so ist der Vernunfft gemäß, daß etwas anderes mit ihm wiederstehen muß, und, da es durch drucken Wiederstand thut, eben so wie dasselbe niederdrucken muß. Wolte man den Einwurff eines Aristotelischen Welt-Weisens handgreifflich wiederlegen; so dörffte man nur die Röhren CD und EF über dreyssig und etliche Zoll, hingegen BA und HG nicht über einen, bis ein paar Zoll machen und sie mit Queckſilber füllen: so würde das Queckſilber beyderseits herunter fallen und oben einen von Lufft leeren Raum TDES lassen. Und denn könnte man nicht sagen, daß das Queckſilber in den Röhren CT und FS höher stünde als in KG und IB, weil sich die Natur für dem leeren Raum fürchtete. Allein da wir nach diesem die Schweere der Lufft auf andere Weise unwiedersprechlich zeigen und zugleich durch zulängliche Gründe erweisen werden, wodurch man dasjenige begreiffen kan, was hier zu versuchen angeWie solches handgreiflich geschiehet.

Warum es aber überflüßig.

gegeben wird; so halte ich auch für unnöthig diesen Versuch mit dem Quecksilber anzustellen.

Siebender Versuch.

§. 31. Wenn eine enge Röhre von Glase ABCDEF dergestalt gebogen wird, daß, indem sie gerade vor uns stehet, die eine Eröffnung A niederwarts gehet, die andere F aber aufwarts gerichtet ist, und man füllet sie wie vorhin mit Wasser; so bleibet das Wasser stille stehen und fliesset nicht das geringste in A heraus, so lange die beyden Flächen des Wassers G und I in einer Horizontal-Linie GI sich befinden. Es ist klar, daß das Wasser in IE einig und allein mit dem in HD die Wage hält (§. 20.). Da nun aber das in CH gleichfalls gegen EI drucket, so muß ihm die Lufft, welche auf das Wasser in IE drucket, wiederstehen (§. 30.). Das Wasser in BG drucket vermöge seiner Schweere gleichfalls nieder. Da nun in keinem Theile von der Röhre Wasser zu finden, welches ihm Wiederstand thäte; so kan abermahls nichts als die Lufft, welche in A ihm entgegen drucket, wiederstehen (§. cit.). Daß aber das Wasser zu einer engen Röhre nicht herausläufft, kommet daher, weil in der engen Eröffnung Lufft und Wasser nicht einander ausweichen können, und demnach die Lufft nicht zugleich hinein gehen mag, indem das Wasser heraus läufft: welches wir sehen, daß es sonst geschiehet,

Tab. II. Fig. II.

Wird aus der Schweere der Lufft erkläret.

wo

wo Wasser aus Gefässen mit weiten Eröffnungen gegossen wird.

§. 32. Wenn das Wasser in der Röhre EF, deren Eröffnung aufwarts gehet, niedriger stehet, als das Wasser in AB herunter reichet, als wenn dieses bis in G gehet, jenes aber bis in L stehet; so ziehet sich das Wasser in der Röhre AB in die Höhe und steiget in der Röhre EF gleichfalls in die Höhe, lauffet auch in F so lange heraus, bis es in der Röhre CD mit ihm einerley Höhe in O erreichet. Damit wir nun die Ursache finden, warum das Wasser in der Röhre GB in die Höhe steiget; so müssen wir alles genau überlegen, was hierbey vorkommet. Da das Wasser in GB wieder seine natürliche Schweere in die Höhe steiget; so muß es stärcker in die Höhe gestossen werden als es durch seine Schweere nieder drucket. Nun ist nichts vorhanden als die Lufft, welche es in die Höhe treiben könnte. Da nun aber die Lufft einmahl so starck drucket, als das andere, das Wasser mag in der Röhre EF hoch oder niedrig stehen; so siehet man, daß es auf die Lufft, welche in A drucket, allein nicht ankommet. Wir müssen demnach untersuchen, wie das Wasser etwas dazu beytragen kan. Das Wasser in LE mit der Lufft, die durch die Eröffnung F darauf drucket, nebst dem Wasser in BG drucken gegen das Wasser in der Röhre DC und die

Achter Versuch. Tab. II. Fig. II.

Wird erkläret.

Lufft

Lufft in A, wenn wir annehmen, daß der Druck in einer flüßigen Materie fortgehet, so lange sie an einander hänget, oder in einem fortgehet (§. 27.), nehmlich daß in unserem Falle die Lufft und das Wasser in LE ihren Druck bis durch das Wasser in ED, DC und CB zu dem Wasser in BG und hinwiederum die Lufft, welche in A drucket, ihren Druck durch das Wasser in GB und BC bis das in CD erstrecken. Nun drucket die Lufft in A, so viel als in F, indem keine raison vorhanden, warum sie mehr in A als in F drucket, wie schon angemercket worden. Das Wasser aber in der Röhre CD drucket stärcker als das in EL und GB, indem das in LE mit DM und das in GB mit HC die Wage hält (§. 20.), folgends ist der Druck gegen F um HM stärcker als gegen A. Und demnach muß die Lufft in der Röhre LF weichen, das Wasser in die Höhe steigen und solchergestalt zugleich das Wasser in der Röhre BG sich hinauf ziehen oder, der Wahrheit gemäß zu reden, von der Lufft in die Höhe und durch die Röhre BC gestossen werden, bis es in O mit dem in EF in wagerechten Stand gesetzet wird (§. 20.). Weil auf keine andere Weise sich begreiffen lässet, wie die Lufft in A das Wasser in der Röhre BG fortstossen kan, daß es wieder seine Schweere in die Höhe steigen muß, als wenn man annimmet, daß

Daß der Druck durch eine flüßige Materie, die

der

der Druck der Lufft in F mit dem Drucke des Waſſers EL durch das Waſſer DC und CB bis zu dem in BG erſtrecket wird und wiederum der Druck der Lufft in A durch das Waſſer in GB und BC bis zu dem in CD: ſo erhellet auch hieraus, daß die flüßigen Materien ihren Druck ſo weit erſtrecken, als ſie in einem fortgehen. Und dieſes werden wir unten bey Unterſuchung des Druckes der flüßigen Materien noch weiter unterſuchen, damit man deſto weniger daran zu zweiffeln Urſache habe. nicht mit druckt, fortgeleitet wird.

§. 33. Man kan die Röhren zwar noch auf verſchiedene Art beugen: allein aus demjenigen, was wir beygebracht haben, läſſet ſich das übrige alles ausmachen, dergeſtalt daß wenn man die Figur der Röhre nur hinzeichnet und ſetzet, wie weit ſie mit Waſſer erfüllet ſeyn ſoll, man gleich voraus ſehen kan, was erfolgen muß, ob nehmlich daſſelbe werde ſo ſtehen bleiben, oder ob es ſich werde bewegen müſſen, und auf welche Seite in dem letzteren Falle die Bewegung folgen werde. Und demnach iſt nicht nöthig, daß wir hiervon ein mehreres beybringen. Warum nicht mehrere Verſuche von der Art angeſtellet werden.

§. 34. Bisher haben wir allzeit angenommen, daß die Röhren zu beyden Seiten von gleicher Weite ſind. Allein da es auch geſchehen kan, daß ſie ungleiche Weite haben, ſo wird nun noch ferner zu unterſuchen ſeyn, Neundter Verſuch in Röhren von ungleicher Weite.

seyn, was es vor eine Bewandniß mit dem wagerechten, Stande der flüßigen Materie habe, wenn die Röhren von ungleicher Weite sind. Dieses nun durch Versuche zu zeigen habe ich ein Gefässe AB machen lassen, daran zwey Röhren CD und EF dergestalt gelöthet waren, daß beyde mit der Höhe desselben parallel gewesen. Als ich reines Wasser hinein goß, nach dem ich das Gefässe auf einen Hozizontal-gerichteten Tisch vor mich gesetzet hatte, bis es oben an die Röhre EF gieng; so stund das Wasser auch in der weiten Röhre CD und in dem Gefässe AB selbst eben so hoch, das ist, auch hier waren alle drey Flächen des Wassers in einer Horizontal-Linie HG. Und hieraus erhellet, daß man in dem wagerechten Stande des Wassers nur auf die Erhöhung über die Horizontal-Linie, keinesweges aber auf dessen Menge zu sehen hat. Wer es versuchen will, kan das Gefässe AB so weit machen, als er nur immer mehr will, und er wird dadurch doch nicht zuwege bringen, daß es in der Röhre DC deswegen höher steiget. Es ist auch nicht nöthig, daß wir hier mit ungleich weiten Röhren von neuem versuchen, was im vorhergehenden mit gleich weiten versuchet worden. Ein jeder siehet, daß es eben so, wie dort, eintreffen muß.

Tab. II. Fig. 12.

§. 35.

§. 35. Wenn man die Eröffnung der Röhren CD und EF mit dem Finger zuhält, daß kein Wasser weiter hinein steigen kan, und nach diesem mehreres Wasser in das Gefässe hinein geußt; so wird das Wasser zu der Röhre EF, so bald man den Finger weg thut sehr geschwinde heraus fliessen, ob es sich gleich in der Röhre AB sehr langsam setzet. Man kan gar leicht begreiffen, warum dieses so geschehen müsse. Denn weil durch die gantze obere Fläche im Gefässe das Wasser beständig gleich hoch stehet und auch nicht anders stehen kan (§. 20.); so muß es sich durch das gantze Gefässe überall gleich viel auf einmahl setzen. Nun kan durch die kleine Eröffnung nicht so viel Wasser heraus lauffen als sich im Gefässe setzet, wenn es sich mit einerley Geschwindigkeit bewegen solte, und demnach muß es sich um so viel geschwinder bewegen, je enger die Röhre ist. Zehender Versuch, von der geschwinderen Bewegung in der engen, als in der weiten Röhre. Tab. II. Fig. 12.

§. 36. Und hieraus siehet man, warum das Wasser in der kleinen Röhre EF oder CD nicht höher steigen kan, als im Gefässe AB. Nehmlich wenn das Wasser in der kleinen Röhre höher steigen soll, als in der grössern; so muß es um so viel geschwinder beweget werden, je enger die Röhre EF oder CD ist als das Gefässe AB. Nun ist aber aus der täglichen Erfahrung bekandt, auch anderswo bereits ausgeführet Ursache des neunten Versuches.

worden (§. 657. Met.), daß ein Cörper um so vielmehr wiederstehet, je schneller man ihn bewegen will. Und demnach ist klar, daß das Wasser in einer engen Röhre dem in der weiten so viel wiederstehen kan, als wenn es selbst in einer grössern Menge in einer gleich weiten Röhre angetroffen würde. In den Anfangs-Gründen der mathematischen Wissenschafften (§. 18. Hydrost.) ist erwiesen worden, daß das Wasser in der engen Röhre eben so viel wiederstehet, als das in der weiten drucket, und im folgenden wird sich auch dieses durch Versuche noch umständlicher zeigen lassen. Nehmlich unterweilen siehet man aus einem Versuche, daß etwas eine Ursache seyn müsse: wenn man nun die Gewißheit dessen durch andere Versuche zeiget, so hat ein hartnäckiger Gegner nicht mehr Ursache einzuwenden, als wenn man es bloß deswegen als eine Ursache annähme, damit man den Versuch erklären könne.

Wie hartnäckige Gegner zu bedeuten.

§. 37. Bisher haben wir in allen Versuchen angenommen, daß die flüßige Materie, welche von beyden Seiten gegen einander drucket, einerley z. E. Wasser oder Queckſilber sey: und also ist noch übrig, daß wir auch untersuchen, was es mit dem wagerechten Stande der flüßigen Materien für eine Beschaffenheit hat, wenn von beyden Seiten Materien von verschiedener

Eilffter Versuch mit Materien von verschiedener Schweere.

Schwee-

Schweere sind. Zu dem Ende habe ich den Versuch folgender gestalt angestellet. Weil das Queckſilber schweerer ist als das Wasser (§. 8.) und also in diesem untersincket (§. 16.); so habe ich zu erst in die Röhre ABCD Queckſilber gefüllet, bis es zu beyden Seiten etwas in den beyden Schenckeln AB und DC, bis an die Horizontal-Linie HI, erhoben gewesen (§. 20.). Man bringet es aber am füglichsten hinein, wenn man das eine Ende A in das Queckſilber stecket und an dem andern D sauget, bis dem Augenscheine nach genung davon in den Schenckel AB gestiegen. Wenn man alsdenn die Röhre behende in etwas beuget, daß die Eröffnung A höher kommet, als der Theil BC, so kan man sie aus dem Gefässe zurücke nehmen, daß das Queckſilber darinnen bleibet. So bald man die Röhre aufrichtet, setzet sich das Queckſilber in seinen wagerechten Stand (§. 20.). Weil wir nach dem sehen werden, daß es besser sey, wenn viel Wasser in der Röhre ist, als wenn man wenig darinnen hat; so kan es geschehen, daß man zu viel Queckſilber hinein gesogen. Und in diesem Falle darf man nur die Röhre AB etwas, jedoch sehr wenig und sehr gemächlich neigen; so kan man durch die Eröffnung A so viel in das Gefässe wieder zurücke fliessen lassen, als einem beliebet. Wenn man nun so viel Queckſilber in der

Tab. I. Fig. 4.

Wie man die Röhre füllet.

Röhre hat, als man zu seinem Vorhaben gut zu seyn erachtet, nehmlich daß man urtheilet, wenn das Wasser von der einen Seite dazu komme, werde das Queckſilber die Röhre BC gantz erfüllen, jedoch in dem Schenckel AB, worinnen das Wasser ist, nicht gar zu hoch darüber stehen, damit dem Wasser nicht der Raum benommen wird; so kan die Röhre AB mit Wasser gefüllet werden. Sie wird am bequemsten entweder mit einem sehr zarten Stechheber AB oder gemeinen Heber CDE gefüllet, von denen an seinem Orte ausführlicher Meldung geschehen soll. So bald das Wasser hinein kommet, drucket es das Queckſilber nieder, z. E. aus H bis in B nieder und dieses steiget in der Röhre CD in die Höhe, z. E. aus I in L. Als ich Wasser bis in E goß, daß die Höhe desselben BE 492 Scr. hielt; so war die Höhe des Queckſilbers, welches mit ihm die Wage hielt, CL 36. Damit ich diese Höhen genau finden konnte, richtete ich die Röhre gerade vor mir auf an einer Tafel und legte B, wo das Queckſilber und Wasser einander berühren, an eine darauf gezogene Horizontal-Linie (§. 20.), welche in dem andern Schenckel BC den Punct C determinirte, wovon ich die Höhe des Queckſilbers, welches mit dem Wasser die Wage hielt, anrechnen muste. Die Höhe habe ich mit einem scharf zugespitztem

Tab. II. Fig. 13. 14.

Tab. I. Fig. 4.

Wie man die Höhen der Materien in Röhren findet.

ſpitztem Circkel genommen. Vermöge des gegenwärtigen Verſuches verhält ſich die Höhe des Queckſilbers CL zu der Höhe des Waſſers BE, damit es die Wage hält, wie 36 zu 492, das iſt, wenn man beyderſeits mit 12 dividiret, wie 3 zu 41 (§. 75. Arithm.) oder 1 zu $13\frac{2}{3}$. Nun iſt das Queckſilber etwas mehr als $13\frac{1}{3}$ mahl ſo ſchweer als das Waſſer (§. 9.): und demnach ſtehet das Waſſer um ſo viel höher, je ſchweerer das Queckſilber iſt. Die Urſache iſt leicht zu begreiffen. Wir wollen der Deutlichkeit halber, wie auch insgemein zu geſchehen pfleget (§. 9.), an ſtat der Brüche 1 ſetzen und demnach annehmen, das Queckſilber ſey 14mahl ſo ſchweer als das Waſſer und das Waſſer ſtehe in gegenwärtigem Verſuche 14mahl ſo hoch wie das Queckſilber. Weil die Röhren durchgehends von einerley Weite ſind, ſo iſt in dem 14 mahl ſo hohen Raume 14mahl ſo viel Waſſer enthalten als in dem einfachen Raume Queckſilber iſt. Nun iſt der vierzehende Theil Queckſilber eben ſo ſchweer, als 14 mahl ſo viel Waſſer (§. 9.). Derowegen da man hier bloß auf die Schweere ſiehet, ſo iſt es gleich viel, ob ich in der Röhre BC den vierzehenden Theil CL mit Queckſilber erfüllet, oder vierzehen mahl ſo viel Waſſer darinnen habe: folgends weil vierzehen mahl ſo viel Waſſer, als Queckſilber

Urſache deſſen, was der Verſuch zeiget.

ſilber darinnen iſt, mit dem Waſſer in der Röhre BA die Wage hält (§. 20.); ſo muß auch der vierzehende Theil Queckſilber mit ihm die Wage halten. Und alſo kan ich ohne den wagerechten Stand aufzuheben jederzeit für 14 Theile Waſſer einen Theil Queckſilber ſetzen.

Erinnerung. §. 38. Und eben hieraus ſiehet man, daß das Queckſilber in allen den gekrümmeten Röhren, damit wir oben den wagerechten Stand der flüßigen Materien unterſuchet haben (§. 24. &c. qq.), mit dem Waſſer die Wage halten muß, wenn man auf der einen Seite den vierzehenden Theil ſo hoch Queckſilber hinein füllet, als das Waſſer auf der andern Seite ſtehet. Tab. I. Fig. 7. Z. E. wenn in der Röhre AB das Waſſer von I bis in E hoch ſtünde; ſo dörffte in der Röhre CD das Queckſilber nur ſo hoch ſtehen, als der vierzehende Theil von der Höhe FG austräget. Fig. 6. Gleichergeſtalt wenn in der Röhre CD das Waſſer von C bis in F hoch ſtünde; ſo dörffte das Queckſilber, damit es mit ihm die Wage hält, nur den vierzehenden Theil von OE hoch ſtehen. Fig. 8. Eben ſo wenn das Waſſer von C bis M in die Röhre MEDCBA gienge; ſo dörffte das Queckſilber nur den vierzehenden Theil von der Höhe PM einnehmen. Fig. 9. Wenn in der Röhre EBDF das Waſſer von B bis in A gienge; ſo dörffte das Queckſilber bis an die Horizontal-Linie

gehen,

gehen, welche durch den vierzehenden Theil der Höhe CD gezogen wird, z. E. bis in Q, wenn QD der vierzehende Theil von der Linie CD wäre. Hingegen wenn auch alle Gänge der gekrümmeten Röhre mit Waſſer erfüllet wären, ſo dörffte doch das Queckſilber in der Röhre BE nicht höher als den vierzehenden Theil von BM ſtehen. Wenn in der Röhre ABCDEFGH das Waſſer von I bis F gienge, ſo dörffte das Queckſilber in der Röhre HG nur bis in den vierzehenden Theil von GK gehen. Wiederum der vierzehende Theil der Röhre CD mit Queckſilber erfüllet hält die Wage mit dem gantzen Gefäſſe AB voll Waſſer, und der vierzehende Theil des Gefäſſes AB mit Queckſilber erfüllet hält die Wage mit dem Waſſer in der Röhre CD, wenn es auch gleich tauſend und mehr mahl ſo viel als das Waſſer wäre. Alles dieſes ſiehet man vorher, ehe man es verſuchet. Wer es aber verſuchen will, derſelbe kan den Verſuch anſtellen, ſo wird er alles ſo finden, wie wir es geſaget haben. Tab. II. Fig. 10. Fig. 12.

§. 39. Weil die Höhe der flüßigen Materien, die mit einander die Wage halten, ſich gegen einander verhalten wie ihre Schweeren verkehrt genommen (§. 37.); ſo hat man hier einen neuen Weg die Verhältniß der Schweere in verſchiedenen flüßigen Materien gegen einander zu determiniren. Jedoch iſt zu mercken, Wie die Schweere verſchiedener flüßigen Materien gegen einander zu determiniren.

cken, daß, wenn sonderlich die Schweeren nicht viel von einander unterschieden sind, man feine lange Röhren gebrauchen muß, woferne die Verhältniß sich soll genau bestimmen lassen. Wenn die flüßigen Materien sich mit einander vermischen, als Wasser uud Wein, Spiritus vini und Wein oder Wasser; so muß der untere Theil der Röhre BC, der im Versuchen horizontal stehet, mit einer Materie erfüllet seyn, die schweerer ist als beyde Materien, die man gegen einander abwäget, und sich mit ihnen nicht vermischen lässet, als z. E. bey Wasser und Weine, ingleichen Spiritu vini und Weine, Queckſilber, oder auch Oleum Tartari per deliquium (§. 16.). Im Füllen ist in acht zu nehmen, was vorhin (§. 37.) erinnert worden.

Tab. I. Fig. 4.

Nutzen der Versuche von wagerechtem Stande des Wassers.

§. 40. Was von dem wagerechten Stande des Wassers in Röhren gesaget worden, lässet sich in allen Fällen anbringen, wo das Wasser oder eine andere flüßige Materie entweder von der Natur, oder durch die Kunst aus einem Orte in den andern durch allerhand Gänge geleitet wird. Z. E. wenn man einen Brunnen gräbet und das Wasser steiget darinnen bis auf eine gewisse Höhe herauf; so muß es in dem Orte, wo es durch unterirrdische Gänge herkommet, so hoch stehen, als es in dem Brunnen steiget. Wenn man durch Röhren

ren das Waſſer aus einem Fluſſe in einen Teich bringen wolte, ſo kan daſſelbe im Teiche nicht höher ſtehen, als es im Fluſſe ſtehet. Nimmet es im Fluſſe zu, ſo muß es auch im Teiche wachſen; fället es im Fluſſe, ſo ſetzet es ſich auch im Teiche. Damit man aber deſto leichter, was durch die Verſuche im vorhergehenden heraus gebracht worden, in vorkommenden Fällen anbringen lerne: ſo iſt zu mercken, daß in dem erſten Exempel der Brunnen die Röhre AB, der Waſſer-Schatz, woher das Waſſer darein kommet, die Röhre CD, und die unterirrdiſchen Gänge, dadurch es aus dieſem in jenen kommet, die Röhre BC vorſtellet. Und weiß man aus den vorhergehenden Verſuchen, daß nichts daran gelegen ſey, durch was vor krumme bald auf, bald niederſteigende Gänge das Waſſer gehet, auch nicht was für eine Figur das Behältniß des Waſſers im Waſſer-Schatze hat. Gleichergeſtalt ſtellet in dem andern Exempel der Fluß die Röhre DC. der Teich die Röhre AB, die Röhren, wodurch das Waſſer aus dem Fluſſe in den Teich geleitet wird, die Röhre BC, auch zum Theil die Röhren AB und DC mit vor, in ſo weit nehmlich darinnen das Waſſer aus dem Fluſſe noch tiefer fället und, ehe es in den Teich kommet, wieder höher ſteiget. Wir werden nach dieſem bey den Verſuchen von der Lufft, Tab. I. Fig. 4.

was wir hier von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien gelernet, gleichfalls vielfältig nutzen und wird ſich in der vernünfftigen Betrachtung der Natur und ihrer Würckungen nicht weniger Nutzen zeigen.

Flüßige Materien von leichterer Art drücken ſchweerere in die Höhe.

§. 41. Wenn man auf den eilfften Verſuch acht hat, ſo wird man finden, daß das Queckſilber, ob es gleich viel ſchweerer iſt als das Waſſer (§. 9.), dennoch von ihm in die Höhe gedruckt wird (§. 37.). Und weil man hier ſo wohl das Waſſer als das Queckſilber nur als eine flüßige Materie anſiehet, die ſchweer iſt, und zwar das Waſſer als eine Materie von leichterer Art, das Queckſilber hingegen als eine von ſchweererer Art; ſo kan ein jeder begreiffen, daß alles wie vorhin bleiben muß, wenn man vor dieſe beyde Materien zwey andere nimmet, deren eine von einer ſchweereren Art iſt als die andere (§. 15. c. 5. Log.). Solchergeſtalt iſt überhaupt klar, daß eine flüßige Materie von einer leichteren Art eine andere von einer ſchweereren Art bewegen und in die Höhe drucken kan. Ja wir haben ſchon dieſes auch von der Lufft und dem Waſſer geſehen (§. 31.). Lufft aber und Waſſer ſind beydes flüßige Materien, die eine Schweere haben (§. 7. 30.) und zwar von verſchiedener Art, nehmlich die Lufft iſt eine flüßige Materie von leichterer Art als das Waſſer (§. 17.). Allein wir wollen dieſes der Deutlichkeit

lichkeit halber bald durch beſondere Verſuche zeigen. Es lieſſen ſich auch noch aus denen bisherigen Verſuchen verſchiedene andere Dinge anmercken, wenn wir auf alles genau acht haben wolten. Jedoch da vieles, was man bey einem Verſuche zufälliger Weiſe anmercket, einigen Zweiffeln unterworffen bleibet; man aber jederzeit darauf zu ſehen hat, daß, was durch Verſuche heraus gebracht wird, von allen Zweiffeln frey ſey; ſo halte ich auch für rathſamer es bey dem bewenden zu laſſen, was bisher angemercket worden, und das übrige an ſeinem Orte durch unſtreitige Verſuche auszumachen. Und dieſes kan man einmahl für allemahl mercken. Allgemeine Erinnerung.

Das 3. Capitel.

Von dem Drucke der flüſſigen Materien, die eine Schweere haben.

§. 42.

ICh habe erſt beyläuffig angemercket, daß flüßige Materien von einer leichterern Art, die von einer ſchweereren in die Höhe drucken (§. 41.). Da wir nun im gegenwärtigen Capitel zu unterſuchen haben, wie der Druck der flüßigen Mate- Flüßige Materien von ſchweererer Art drucken die leichteren

und verein-bahren ihren Druck mit ihnen.

Materien beſchaffen iſt; ſo will ich auch dieſes für allen Dingen durch beſondere Verſuche zeigen. In ein Coniſches Wein-Glaß, das unten enge, oben aber weit iſt, habe ich ein wenig Queckſilber bis DE hineingegoſſen. Ich habe aber mit Fleiß ein Glaß erwehlet, ſo unten enge war, damit ich nicht allzuviel Queckſilber brauchte. Gantz wenig Queckſilber habe ich hinein gegoſſen, damit noch Raum genung für das Waſſer übrig bliebe und die Würckung, welche man beobachten ſolte, auch mercklich ſeyn möchte (§. 37.). Auf das Queckſilber habe ich Waſſer gegoſſen, bis das Glaß erfüllet war. Alsdenn habe ich eine Röhre HL genommen und oben in H mit dem Finger verſtopfft, damit nichts von dem Waſſer hinein kommen konnte, als ich ſie durch daſſelbe ins Queckſilber hinein ſtieß. Noch ſicherer iſt es, wenn mann die Röhre anfangs in das Queckſilber ſtecket, ehe man das Waſſer darauf geußt: denn weil ſich die Lufft zuſammen drucken läſſet, wie wir hernach zeigen werden; ſo wird allzeit etwas Waſſer in die Röhre kommen, wenn man ſie durch das Waſſer durchſtöſſet, ſo feſte man auch die obere Eröffnung verwahret. Als die Röhre im Queckſilber ſtund und das Waſſer darauf gegoſſen war; ſo ſahe man, daß das Queckſilber in der Röhre ein wenig höher ſtund als im Glaſe, nehmlich

Tab. II. Fig. 15.

Handgriff im Verſuche.

lich bis O. Und alſo war klar, daß das Waſſer das Queckſilber aus L bis in O in die Höhe druckte und ſeinen Druck durch das Queckſilber, darauf es ſtund, erſtreckte. Weil nun das Queckſilber in LO mit dem Waſſer im Glaſe, ſo über demſelben ſtehet, die Wage hält, ſo muß LO bey nahe der vierzehende Theil von der Höhe des Waſſers ſeyn (§. 37.). Wenn ſonderlich die Höhe des Waſſers nicht gar zu groß iſt, muß die Röhre nicht allzu enge ſeyn: maſſen das Queckſilber beſſer in einer etwas weiten Röhre, als in einer allzu engen in die Höhe getrieben wird. Daher man in einer allzu engen kaum mercket, daß das Queckſilber ſteiget, wenn das Waſſer ins Glaß gegoſſen wird. Weil die Schweere des Waſſers und Queckſilbers gar zu viel von einander unterſchieden ſind (§. 9.); ſo kan man es auch mit Waſſer und ſpiritu vini verſuchen. Nehmlich man geußt in das Glaß ABC rothgefärbtes Waſſer bis DE, daß man es beſſer ſehen kan. Damit ſich der ſpiritus vini nicht damit vermiſchen kan, läſſet man gemächlich an dem Glaſe BE ein Oele, welches leichter als das Waſſer, aber ſchweerer als der ſpiritus vini iſt, hinunter flieſſen, z. E. Baum-Oele oder Terpentin-Oele. Eben ſo gemächlich läſſet man den ſpiritum vini hineinflieſſen, bis das Glaß bey nahe voll iſt. Solchergeſtalt

Vortheile im Verſuche.

gestalt bleibet das Wasser in seinem Raume CDE, das Oele in seinem EDFG und der Spiritus vini gleichfalls in seinem FABG unvermischet stehen, und siehet man daß das Wasser bis in K in der Röhre LH hinauf steiget und, wenn die Röhre nicht gar zu enge ist, etwas niedriger als der spiritus vini im Glase stehet. Nehmlich in einer engen Röhre steiget die flüßige Materie allzeit etwas weiter in die Höhe als sie rings herum im Glase stehet: welches wir an seinem Orte untersuchen wollen. Hier ist klar, daß vermöge des Wassers DCE das Wasser in der Röhre nicht höher als bis in L stehen kan (§. 20.). Derowegen da es bis in K steiget; so muß der spiritus vini durch das Oele das Wasser in die Höhe drucken. Und demnach ist hieraus klar, daß eine flüßige Materie von leichterer Art eine andere von schweererer Art in die Höhe drucken, auch ihren Druck mit dem Drucke einer anderen, als hier der spiritus vini mit dem Oele, vereinigen kan. Man dörffte auch nur ein leichtes Oele auf das Wasser allein giessen, ingleichen, wenn an statt des Wassers spiritus vini unten ins Glaß gegegossen wird, oben darauf oleum petroleum destillatum (§. 16.).

Beschaffenheit des Druckes flüßiger

§. 43. Die Beschaffenheit des Druckes der flüßigen Materien nach dessen verschiedenen Umständen deutlicher zu untersuchen, habe

habe ich eine Röhre AB genommen, die zwey Schuhe lang, oben in A eine Linie, unten in B anderthalb Linien weit war. Es iſt nichts daran gelegen, daß die Eröffnungen von ungleicher Weite ſind: ſondern es hat ſich bloß von ohngefehr zugetragen, daß ich eben ſo eine Röhre bey der Hand gehabt, da ich zu anderer Zeit vielfältig eine gleich weite Röhre gebrauchet. Als ich anfangs von der engen Seite die Röhre in gefärbtes Waſſer ſtieß, damit man es beſſer ſehen konnte, ſo ſtieg das Waſſer in der Röhre ſo hoch, als die Röhre darinnen ſtund (§. 20.). Wenn die Röhre enge iſt, ſo ſteiget es allzeit etwas höher und zwar um ſo viel höher, je enger ſie iſt: welches wir, wie ſchon vorhin (§. 42.) gedacht, an ſeinem Orte umſtändlicher unterſuchen wollen. Damit das Waſſer nicht wieder heraus lieff, hielt ich die Eröffnung B mit dem Finger ſo lange zu, bis ich die Röhre AB heraus gezogen und umgewendet hatte, daß das Waſſer AC, welches ſieben Linien lang war, oben zu ſtehen kam. Als dieſes geſchehen, legte ich den Finger auf die Eröffnung A und hielt ſie zu, damit das Waſſer nicht herunter fallen konnte, ſondern daſelbſt verbleiben muſte. Die Länge AC trug ich aus B in D und ſteckte die Röhre aufgerichtet bis in D ins Waſſer: ſo blieb das Waſſer hangen, ob ich gleich den Finger oben weg

Materien über ſich. Tab. II. Fig. 16.

Handgriff bey dem Verſuche.

weg nahm. Das Wasser in AC drucket vermöge seiner Schweere niederwarts (§. 1.) und fället doch nicht herunter: also muß etwas dagegen in die Höhe drücken. Es ist nichts vorhanden als das Wasser im Gefässe KI und also muß dasselbe dasjenige seyn, welches so starck in die Höhe drucket, als das Wasser in AB niederwarts drucket. Man kan auch gleich sehen, daß es das Wasser seyn müsse, darein man den untern Theil der Röhre DB eingetauchet. Denn so bald man die Röhre aus diesem Wasser heraus ziehet, fället das gefärbete in AC nach der Länge der Röhre herunter und stösset die Lufft, so in der Röhre ist, durch die Eröffnung B heraus: welches man mit Augen sehen kan, wenn man die Eröffnung B etwas im Wasser stehen lässet. Nun drucket das Wasser zur Seite niederwarts und also muß es das Wasser unter der Röhre in B seyn, welches in die Höhe drucket. Demnach erhellet aus diesem Versuche, daß das Wasser über sich drucket. Weil der Theil der Röhre DB, der im Wasser des Gefässes KI stehet, so groß ist als der Theil AC, der mit gefärbetem Wasser erfüllet; so kan das Wasser in AC mit dem im Gefässe um die Röhre herum die Wage halten (§. 20.). Da nun aber das Wasser unter der Röhre eben so starck in die Höhe drucket,

Erklärung des Versuches.

Wie starck das Wasser

so

so ist klar, daß es so starck in die Höhe drucket, als es von dem über ihm stehenden gedrucket wird. Und siehet man hieraus ferner, daß im Wasser die untern Theile von allen den obern, die über ihm stehen, gedruckt werden und dadurch so viel Krafft erhalten, als die gantze Schweere des Wassers ist, dadurch sie gedrucket werden. Wenn man es mit spiritu vini, oder Queckſilber, oder auch einer andern flüßigen Materie versuchet; wird man alles eben so finden. Und demnach ist klar, daß dieses von allen flüßigen Materien anzunehmen ist, was wir von dem Wasser erwiesen; welches auch aus allgemeinen Gründen sich zeigen lässet (§. 23.) und in folgenden Fällen gleichfalls zu verstehen ist, wenn wir es gleich nicht ausdrücklich erinnern.

über sich drucket.

Woher es diese Krafft erhält.

Daß dieser Druck allgemein.

§. 44. Es zeiget der vorhergehende Versuch, daß das Wasser um die Röhre herum mit dem in dem obern Theile der Röhre AC die Wage hält (§. 43.). Da wir nun wissen, daß der vierzehende Theil Queckſilber mit dem Wasser, so vierzehen mahl so hoch stehet, die Wage hält (§. 37.); so siehet man vorher, daß, wenn man an stat des Wassers in der Röhre BA oben in AC Queckſilber nehmen wolte, man entweder nur den vierzehenden Theil von AC damit erfüllen müsse, oder die Röhre 14 mahl so tief ins Wasser tauchen, als sie darinnen

Anmerckungen zu dem vorhergehenden Versuche. Tab. II. Fig. 16.

stehet, wenn oben in AC Wasser ist. Wolte man oben in AC Wasser behalten und die Röhre in Queckſilber hinein tauchen; so müste man entweder in der Röhre vierzehenmahl so viel Wasser haben als vorher in AC war, oder die Röhre in Queckſilber nur um den vierzehenden Theil so tief eintauchen, als sie vorher eingetauchet war. Wenn man auch versuchen will, was man vermöge dessen, so wir bisher ausgeführet, vorher siehet; so wird man finden, daß alles so erfolge, wie wir es vorher gesehen. Es ist aber nicht nöthig, daß wir dergleichen Versuche hier umständlich beschreiben. Man siehet auch leicht, daß man für Wasser und Queckſilber zwey andere flüßige Materien von verschiedener Schweere nehmen kan (§. 23.). Dabey ist ferner zu mercken, daß, weil die flüßige Materie um die Röhre herum mit der im oberen Theile der Röhre AC die Wage hält (§. 43.), hierbey auch aller Unterscheid in der Figur der Röhre und sonderlich des obern Theiles desselben AC, darinnen das Wasser oder eine andere flüßige Materie ist, stat findet, welcher oben bey Untersuchung des wagerechten Standes der flüßigen Materien beobachtet worden (§. 24. & seqq.). Es ist aber nicht nöthig alles selbst zu versuchen und zu dem Ende dem Theile der Röhre AC allerhand Figuren zu geben. Damit man jedoch desto besser

Wie der Versuch mit Queckſilber und Wasser angestellet wird.

Daß er allgemein ist, so wohl in Ansehung der Materien;

als der Figur der Röhren.

beſſer verſtehe, wie es gemeinet; ſo will ich mich mit einem einigen Exempel vergnügen. Als ich eine Röhre nahm, die oben zweymahl rechtwincklicht gebogen war, nemlich in F und D, und ſie mit gefärbetem Waſſer von A bis in E erfüllete; ſo war die Höhe des eingetauchten Theiles DB ſo groß als die Höhe AC der beyden Theile AF und DE zuſammen genommen. Erläuterung des letzten. Tab. II. Fig. 17.

§. 45. Wenn man die Röhre AB ein wenig weiter heraus ziehet, ſo fänget die flüßige Materie, die in AC ſtille ſtund, z. E. das Queckſilber, etwas tiefer herunter zu fallen und unten in B gehen Blaſen heraus, die in dem Waſſer im Gefäſſe KI in die Höhe ſteigen. So bald man ſie aber wiederum ſo tief hinein ſtöſſet, als ſie anfangs ſtund, da das Waſſer oder die andere flüßige Materie im Gefäſſe IK mit der in CA die Wage hielt (§. 43.); ſo bleibet ſie abermahls an dem Orte, ſo weit ſie herunter gefallen, ſtehen. Stöſſet man ſie nicht wieder ſo tief zurücke, als man ſie heraus gezogen; ſo fället die flüßige Materie in der Röhre gantz herunter, und zwar um ſo viel ſchneller, auch mit einem um ſo viel ſtärckern Geräuſche, je weiter man die Röhre heraus ziehet und je von ſchweererer Art ſie iſt. Z. E. das Geräuſche iſt ſtärcker, wenn man Queckſilber in der Röhre hat, als wenn Waſſer darinnen iſt. Die Urſache dieſer Begeben- Wenn der Druck des Waſſers über ſich ſich nicht äuſſern kan. Tab. II. Fig. 16. Urſache davon.

1. Des Falles der Materie in der Röhre.

heiten erhellet aus dem vorhergehenden. Nemlich die flüßige Materie z. E. das Queckſilber in der Röhre AB, ſo oben in AC ſtille ſtehet, hält mit dem Waſſer im Gefäſſe IK, ſo um die Röhre rings herum iſt, die Wage (§. 43.). Ziehet man die Röhre AB weiter heraus, ſo ſtehet das Waſſer um dieſelbige nicht mehr ſo hoch wie vorhin, und alſo wird der wagerechte Stand aufgehoben, indem daſſelbe nicht mehr ſo ſtarck drucket als das Queckſilber in der Röhre (§. 37.). Weil nun das Queckſilber ſtärcker drucket, als ihm unten das Waſſer wiederſtehet; ſo muß dieſes weichen. Es erſtrecket aber das Queckſilber ſeinen Druck durch die Lufft in der Röhre und vereiniget ihn mit ihrem Drucke (§. 42.). Derowegen ſtöſſet das Queckſilber die Lufft heraus und fället auch ſelbſt nieder. Je weniger nun das Waſſer um die Röhre herum erhaben iſt, je geringer iſt der Wiederſtand (§. 43.). Je weniger dem Queckſilber in der Röhre Wiederſtand geſchiehet: je mehrere Krafft behält es übrig ſich zu bewegen und dannenhero beweget es ſich um ſo viel ſchneller. Stöſſet man aber die Röhre wieder ſo tief hinein, als ſie anfangs darinnen ſtund: ſo iſt der Wiederſtand des Waſſers ſo groß als der Druck des Queckſilbers, und muß demnach das Queckſilber wieder in der Röhre ſtille ſtehen

2. Der Geſchwindigkeit deſſelben.

3. Des Stillſtandes mitten in der Röhre.

hen bleiben. Was wir hier mit als Gründe annehmen die Begebenheiten im gegenwärtigen Versuche zu erklären; können wir auch als Gründe ansehen, die durch den gegenwärtigen Versuch fest gestellet werden. Nehmlich eben weil die Lufft und das Queckſilber ſich mit einander zugleich bewegen, wenn der Wiederstand des Wassers geringer wird, als er vorher war; so ist klar, daß das Queckſilber und die Lufft ihren Druck mit einander vereinigen, nicht anders als wenn ſie zuſammen einen ſchweeren Cörper ausmachten. Weil das Queckſilber ſich ſchneller beweget, wenn der Wiederstand des Wassers geringer wird, als wenn er ſtärcker ist; so erhellet, daß das Queckſilber nicht durch ſeine gantze Schweere niederfället, ſondern bloß mit demjenigen Theile, damit es dem Wasser im Gefäſſe überlegen ist, und ſolchergeſtalt derjenige Theil abgehet, der den Wiederſtand des Wassers zu überwinden angewendet wird. Woraus man ferner ſiehet, daß eine Krafft (denn man ſiehet hier die Schweere nicht anders als eine Krafft an, dadurch eine Bewegung entſtehen und ein Wiederſtand, der der Bewegung geſchiehet, überwunden werden kan) nicht zugleich kan angewendet werden eine Bewegung hervor zu bringen und auch einen Wiederſtand zu überwinden: welches eben ſo viel ist, als daß eine Krafft

Wie der Verſuch ſeine eigene Gründe beſtetiget.

Eine Krafft kan nicht auf einmahl verſchiedene Würckungen hervor bringen.

auf einmahl nicht zwey verschiedene Würckungen hervor bringen kan.

Wie flüßige Materien über sich drucken.

§. 46. Wenn man auf den gegenwärtigen Versuch und dasjenige, was zu seiner Erläuterung beygebracht worden, genau acht hat, so wird man auch deutlich begreiffen, wie es zugehet, daß das Wasser und überhaupt alle flüßige Materien so viel über sich als unter sich drucken. Tab. II. Fig. 16. Das Queckſilber z. E. in AC drucket mit der Lufft in der Röhre AB auf das Wasser unter der Röhre in B. Solte es nun herunter fallen, so müste das Wasser unter der Röhre weichen. Dieses aber kan nicht geschehen, es muß auch das Wasser neben ihm nachgeben. Da nun dieses von dem Wasser gedrucket wird, so um die Röhre herum stehet und mit der flüßigen Materie in der Röhre die Wage hält (§. 43.); so wird das Wasser unter der Röhre von ihm so starck zurücke gedruckt, als es von der flüßigen Materie in der Röhre niedergedruckt wird. Und also drucket es gegen sie zurücke durch die Krafft des um die Röhre herumstehenden Wassers. Und hieraus erhellet zugleich die Wahrheit dessen, was wir anderswo (§. 669. Met.) behauptet, daß nehmlich jeder Cörper so viel zurücke drucket, als er gedrucket wird.

Schweere der Lufft ist geringe.

§. 47. Die Lufft ist auch schweer (§. 30.) und vereiniget ihre Krafft zu drucken mit der flüßi-

flüßigen Materie, die oben in der Röhre AB ist (§. 45.). Nun stehet aber das Wasser in dem Gefäſſe um die Röhre AB so hoch, als es der wagerechte Stand mit der flüßigen Materie in der Röhre in AC erfordert (§. 43.), eben als wenn keine Lufft da wäre. Derowegen da man in zwey Schuhen hoch Lufft in Ansehung auch nur einer Linie hoch Wasser keine merckliche Schweere verspüret (§. 43.); so ist klar, daß die Schweere in zwey Schuhen hoch Lufft gegen die Schweere einer Linie hoch Wassers keine merckliche Verhältniß haben kan. Wenn die Lufft in der Röhre von zwey Schuhen mit einer Linie hoch Wasser die Wage hielte, so verhielte sich die Schweere derselben zu der Schweere des Wassers wie eine Linie zu zwey Schuhen (§. 39.), das ist, wie 1 zu 200. Da nun in diesem Falle die Röhre zweymahl so tief in dem Wasser stehen müste, als die Länge des Wassers von AC austräget (§. 37.); hingegen vermöge des Versuches für die Schweere der Lufft nichts übrig bleibet (§. 43.): so siehet man hieraus, daß die Lufft gar vielmahl mehr als 200 mahl leichter seyn muß als das Wasser. Wie groß die Röhren seyn müssen, daß die Schweere der Lufft merklich würde, könte man durch Versuchen herausbringen, wenn man Röhren von 3, 4, 5 und mehreren Schuhen nähme und es damit ver-

Mathematischer Beweis.

Warum die Schweere der Lufft hier nicht genauer determiniret wird.

ſuchte. Allein weil ſich nach dieſem andere Wege zeigen werden die Verhältniß der Schweere der Lufft zu der Schweere des Waſſers zu determiniren, ſo werden wir dadurch die Gröſſe der Röhre ausrechnen können, in welcher ſich in gegenwärtigem Verſuche die Schweere der Lufft mercklich zeiget. Z. E. wenn das Waſſer tauſendmahl ſo ſchweer wäre als die Lufft, ſo würde mit der Lufft in einer Röhre von 5 Schuhen eine halbe Linie hoch Waſſer die Wage halten. Da nun eine halbe Linie noch mercklich iſt; ſo würde man in ſolchem Falle die Schweere der Lufft mercken können.

Waſſer iſt in ſteter Bewegung und hat eine bewegende Krafft.

§. 48. Wenn die Röhre AB tieffer hinein geſtoſſen wird, als es der wagerechte Stand mit dem Waſſer oder einer andern flüßigen Materie in AC erfordert (§. 43.), und man thut den Finger von A weg, damit man die Eröffnung daſelbſt zuhält; ſo ſpringet das Waſſer, oder die andere daſelbſt vorhandene flüßige Materie, oben in A heraus und zwar um ſo viel geſchwinder, auch höher, je tieffer die Röhre über den wagerechten Stand im Gefäſſe KI eingetauchet wird. Wenn die Eröffnung in A etwas enge iſt, als wie in engen Röhren nothwendig ſeyn muß; ſo ſpringet die daſelbſt enthaltene flüßige Materie um ſo viel höher. Denn zu dem Queckſilber muß die Eröffnung

Tab. II. Fig. 16.

Verſuch dadurch es erwieſen wird.

Handgriffe.

öffnung nicht so weit, wie oben (§. 43.) für das Wasser seyn; denn sonst weichet es der Lufft aus und fället herunter. Jedoch muß sie auch nicht gar zu enge seyn, als etwan nur 4 Scrupel, sonst bleibet es stecken, oder gehet sehr langsam heraus, wenn man es nicht gar viel über seinen wagerechten Stand eintauchen kan: welches keine andere Ursache haben kan, als weil das Queckſilber an der inneren Fläche einen Wiederstand findet, der nach Proportion gröſſer iſt, wenn die Röhre enge, als wenn ſie weit iſt, wie ſich aus den Gründen der Geometrie von den Flächen der Cörper erweiſen läſſet. Das Waſſer unter der Röhre im Gefäſſe IK drucket ſo ſtarck über ſich in die Röhre BA als es von dem umſtehenden gedrucket wird (§. 46.). Derowegen weil hier die Röhre AB tieffer eingetauchet iſt als es der wagerechte Stand mit dem Waſſer, oder einer anderen flüßigen Materie, in AC erfordert; ſo drucket das Waſſer unter der Röhre ſtärcker hinauf als das in AC herunter drucket, und muß demnach dem ſtärckeren Drucke weichen und zwar um ſo viel geſchwinder, je gröſſer der Druck hinaufwarts als der herunter iſt. Denn ſo viel als die obere flüßige Materie herunter drucket, gehet dem unteren Drucke des Waſſers ab, und die übrige Krafft wird zur Be-

Urſache des Erfolges im Verſuche.

nach der Seite. Tab. II. Fig. 18.

länger war als das andere BC. Nehmlich BC muß kleiner seyn als der Diameter des grossen Cylindrischen Glases, darinnen das Wasser ist, damit man es mit der Röhre ins Wasser hinein tauchen kan.

Versuch.

Mit dieser Röhre habe ich alle Versuche wiederhohlet, die vorhin mit der geraden Röhre angestellet worden, und ist auch hier alles so, wie vorhin, erfolget. Nehmlich auch hier blieb das Wasser stehen, und sprang weder in A heraus, noch fiel bis in B herunter, wenn der eingetauchte Theil von dem aufgerichteten Theile der Röhre BE so groß war als der oben mit Wasser erfüllete DA, oder, wann oben in DA eine andere flüßige Materie war, so groß, als die Höhe des Wassers ist, welches mit ihr in wagerechtem Stande befunden wird (§. 37.). Wurde aber die Röhre tiefer hinein getauchet, so sprang das Wasser oder die andere flüßige Materie, die den oberen Theil AD der Röhre AB erfüllete, oben in A heraus. Hingegen wenn die Röhre AB weniger eingetauchet ward, so fiel das Wasser oder die andere flüßige Materie von oben aus AD herunter.

Beweis aus dem Versuche gezogen, der zugleich erkläret wird.

Das Wasser oben in AD drucket vermöge seiner Schweere niederwarts nach der Länge der Röhre AB und, weil die Röhre nicht weit genung ist, daß es zugleich könte herunter fallen, und die Lufft in der Röhre hinauf steigen, so muß die Lufft durch die Röhre BC

re BC heraus gehen, wenn es herunter fallen soll. Weil die Lufft in dem Theile der Röhre BD gleichfalls niederwarts nach der Länge der Röhre AB drucket (§. 30.); so kan sie der Schweere des Wassers in A nicht wiederstehen, sondern vereiniget vielmehr ihren Druck mit ihm (§. 42.), ob sie ihn gleich wegen ihrer geringen Schweere nicht mercklich vermehret (§. 47.). Die Lufft in der Röhre BC drucket niederwarts auf die Röhre und wiederstehet vor sich gleichfalls nicht dem Wasser und der Lufft in der Röhre AB, ist auch wegen ihrer wenigen Schweere viel zu geringe dazu (§. 47.). Es bleibet also nichts übrig, was gegen das Wasser in AD zurücke drucken könte als das Wasser im Gefässe. Das Wasser im Gefässe unter der Röhre BC kan vermöge seiner Schweere nicht gegen die Lufft in BC drucken, und demnach muß es dasjenige seyn, welches an der Eröffnung C stehet: folgends ist klar, daß das Wasser an der Eröffnung der Röhre C nach der Seite drucket, nehmlich nach der Länge der Röhre CB und zwar wie es die Verhältniß der Höhe des Wassers AD zu der Höhe desselben um den eingetauchten Theil BE giebet, mit der Krafft, die es durch den Druck des über ihm stehenden Wassers erhalten: welches hier umständlicher auszuführen unnöthig ist, weil

weil es ſchon vorhin (§. 46.) geſchehen. Man ſiehet leicht, daß dieſer Druck der flüſſigen Materien nach der Seite auch aus allen denjenigen Verſuchen erhellet, die wir mit gebogenen Röhren von ihrem wagerechten Stande (§. 20. 24. & ſeqq.) angeſtellet. Unterdeſſen darf man nicht meinen, als wenn unnöthig wäre durch beſondere Verſuche zu zeigen, was man aus anderen neben demjenigen, warum man ſie hauptſächlich anſtellet, zugleich anmercken kan. Denn in beſonderen Verſuchen zeiget ſich dasjenige klärer, was in anderen verſteckter iſt und durch mehrere Ueberlegung erſt heraus gebracht wird, um derer willen es auch öffters bey denen, die noch nicht viel nachdencken können, einigen Zweifel hinterläſſet.

Warum man durch beſondere Verſuche zeiget, was beyläuffig durch andere erhellet.

§. 51. Wenn die Röhre AB in das Waſſer im Gefäſſe IK geſtoſſen wird und man oben den Finger feſt hält, daß die daſelbſt enthaltene flüßige Materie zu der Eröffnung A nicht heraus kan (§. 48.); ſo ſteiget unten durch die Eröffnung B etwas Waſſer in die Röhre BA und zwar mehr, wenn man ſie tief eintauchet, als wenn ſie nicht ſo tief eingetauchet wird. Ja man ſiehet auch, daß es nach und nach wieder heraus gehet, wenn man die Röhre aus dem Waſſer gemächlich heraus ziehet. Als ich die Sache mit zwey verſchiedenen Röh-

Zuſammendruckung der Lufft. Tab. II. Fig. 16.

Verſuch, daraus es erhellet.

ren

ren umſtändlich unterſuchte, habe ich es folgender geſtalt gefunden. Ich ſtieß eine Röhre AB 1 Sch. 3 Z. 1 L. 5 Scrupel lang und 5 Scrupel im Diameter, 4 Z. 7 L. 3 Scr. tieff ins Waſſer. Oben in AC war 1 Zoll und 1 Scrupel hoch Waſſer: ſo drang unten in die Röhre bis in O 2 Linien 7 Scrupel hoch Waſſer. Nach dieſem nahm ich eine Röhre AB 2 Sch. 4 Z. 9 L. 5 Scr. lang, darinnen oben in AC 1 Z. 2 L. 7 Scr. hoch Waſſer ſtund und die im Diameter 8 Scrupel weit war, und ſtieß ſie abermahls 4 Z. 7 L. 4 Scrupel tief ins Waſſer; ſo drang unten das Waſſer in OB 6 L. 2 Scr. hoch hinein. Solchergeſtalt nahm im erſten Falle anfangs auſſer dem Waſſer die Lufft in der Röhre den Theil CB von 1214 Scr. nach dieſem im Waſſer nur den Theil CO von 1187 Scrupel ein. Wenn man CB in 1000 Theile eintheilet, ſo iſt im erſten Falle CO 977, OB 23. Im anderen Falle war auſſer dem Waſſer der von der Lufft erfüllete Theil CB 2368, im Waſſer CO 2306. Wenn nun abermahl die Röhre CB in 1000 Theile getheilet wird, ſo bekommet CO 973, OB 27 (§. 113 Arithm.). Weil keine Lufft aus der Röhre heraus gehet, indem man ſie in das Waſſer tauchet und doch im Waſſer weniger Raum einnimmet, als auſſer demſelben; ſo muß ſie ſich zuſammen drucken

Daß die Lufft zuſammen gedruckt wird nach der

Gröſſe der Krafft und zwar

cken laſſen. Und da ſie in einen engeren Raum gebracht wird, wenn man die Röhre tief hinein tauchet, als wenn ſie nicht ſo tief hinein getauchet wird, in dem erſten Falle aber die Lufft in der Röhre AB von einer gröſſeren Krafft gedrucket wird als in dem andern, maſſen der Druck der Schweere des Waſſers gleich iſt, welches ſo hoch ſtehet als die Röhre eingetauchet worden (§. 46.); ſo erhellet hieraus, daß die Lufft von einer gröſſern Krafft ſich mehr zuſammen drucken läſſet als von einer kleineren. Wenn zwey Röhren im Waſſer gleich tief eingetauchet werden, ſo iſt der Druck von unten hinauf einerley (§. 46.) und wird demnach die Lufft in beyden Röhren gleich ſtarck gedrucket. Weil ſie nun in einer langen Röhre $\frac{27}{1000}$, in einer kurtzen $\frac{23}{1000}$ zuſammen gedrucket worden; ſo muß viel Lufft durch einerley Krafft ſich mehr zuſammen drucken laſſen als wenigere. Alles dieſes, was hier zufälliger Weiſe von der Lufft entdecket wird; ſoll nach dieſem durch mercklichere Verſuche noch klärer gezeiget werden.

vielmehr, als weniger.

Ausdehnende Krafft der Lufft.

§. 52. Unterdeſſen mercket man bey gegenwärtigem Verſuche noch eine andere Eigenſchafft der Lufft an, wenn man genau auf deſſelben Umſtände acht hat. Nemlich da das Waſſer in die Röhre tritt, wenn ſie tief hinein geſtoſſen wird, hingegen

gen wieder heraus gehet, wenn man sie in die Höhe ziehet, und der Druck um so viel stärcker ist, je tiefer die Röhre im Wasser stehet: so siehet man, daß, wenn der Druck gehoben wird, die Lufft sich wieder durch den vorigen Raum ausbreitet. Und demnach ist klar, daß in der Lufft eine beständige Bemühung ist sich auszubreiten, sie auch sich durch einen grössern Raum würcklich ausbreitet, wenn der Wiederstand gehoben wird. Diese Bemühung sich auszubreiten wollen wir künfftig die ausdehnende Krafft der Lufft nennen und werden durch besondere Versuche zeigen, daß die Lufft dergleichen Krafft habe und wie sie beschaffen. Im lateinischen nennet man sie *elasticitatem*, daraus einige ein deutsches Wort Elasticität gemacht.

Druck flüßiger Materien auf die Grund-Flächen

§. 53. Die Beschaffenheit des Druckes ferner zu untersuchen habe ich ein Gefässe von Meßing ABDC machen lassen, 2 Zoll 1 Linie und 2 Scrupel hoch und 3 Zoll 6 Scrupel im Lichten weit, oben und unten offen. An dem unteren Rand des Gefässes habe ich einen nassen ledernen Ring und einen andern von Meßing HI mit 6 Schrauben feste angeschraubet, damit darzwischen kein Wasser durchdringen konte. Inwendig habe ich einen Boden von Meßing angedrucket; so hat das Gefässe Wasser gehalten, als ich es hinein gegossen.

Tab. III. Fig. 19.

Beschreibung des Instrumentes zum Versuche.

Es wird aber unten an dieſen Boden ein Rincken gemacht, damit man durch den Finger ihn niederziehen und an den ledernen Ring, der über die Breite des Randes von innen etwas hervor gehet, ſich feſte genung andrucken läſſet. Oben an dem Boden EF iſt ein anderer Rincken G, damit man daran einen dünnen Strick binden kan, womit nach dieſem der Boden an eine Wage gebunden und von dem unteren Rande des Gefäſſes in die Höhe gezogen wird. Auf den oberen Rand des Gefäſſes AB habe ich eine Röhre MKNO mit einem breiten Rande durch ſechs Schrauben angeſchraubet, die im Lichten ſo weit war, als das Gefäſſe, nemlich 306 Scr. hingegen 3 Sch. oder 3000 Scr. lang. Damit aber zwiſchen der Röhre und dem Gefäſſe kein Waſſer heraus dringen möchte; habe ich abermahls einen ledernen Ring darzwiſchen geleget und mit angeſchraubet. Es ſind aber beyde Ringe aus dergleichen ſtarckem Leder ausgeſchnitten worden, wie die Weißgerber auszuarbeiten pflegen. Wo die Schrauben durchgehen ſollen, werden mit einem rundten Eiſen nach der Dicke der Schrauben Löcher ausgeſchlagen, wovon unten ein mehreres in andern dergleichen Fällen folgen ſoll. Mit dem Stricke GP, der durch die Röhre KNOM gezogen worden, habe ich den Boden an das eine Ende

der

der Wage angebunden, jedoch etwas willig, damit derselbe dadurch nicht los gerissen würde und nach diesem das Gefässe nicht mehr Wasser hielte, auch die Wage sich nicht verrücken liesse. Als ich nun das Gefässe mit der Röhre CDON voll Wasser gefüllet, habe ich auf der andern Seite an die Wage eine Wageschaale mit Gewichten angehänget und befunden, daß ich 14 Pf. nebst der Wage-Schaale, die mit ihren Stricken und dem Rincken bey nahe $3\frac{1}{2}$ Pf. wog, nöthig hatte, wenn ich dadurch den Boden wieder das Wasser in die Höhe ziehen wolte. Weil das Gefässe 212 Sc. hoch und im Lichten 306 weit ist; so wird für den Innhalt des inneren Raumes, folgends die Menge des Wassers darinnen, gefunden 15585392 Cubic-Scrupel (§. 221. Geom.), das ist bey nahe $15\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll. Nemlich $85\frac{1}{25}$ Linien werden der Bequemlichkeit halber im rechnen übergangen, weil wir in gegenwärtigem Falle nicht alles haarklein zu bestimmen nöthig haben. Ein Cubic-Zoll Wasser wieget 495 Gr. (§. 7.), und demnach das Wasser im Gefässe 7673 Gr. Da nun 1 Pf. von gemeinem Gewichte, dergleichen ich gebrauchet, 7496 Gr. hält (§. 2.); so ist das Gewichte des Wassers im Gefässe 1 Pf. und 177 Gr. oder (da 937 Gr. 16 Quintlein (§. 2.) ausmachen) etwas weniges mehr als 3

Erster Versuch.

Mathematischer Beweis.

Quintlein. Da wir hier auf Kleinigkeiten nicht zu sehen haben, dörffen wir nur annehmen, das Wasser im Gefässe wiege etwas mehr als ein Pfund. Wer sich in dergleichen Rechnungen nicht zu finden weiß, darf nur eine etwas tieffe Wage-Schaale nehmen und das Wasser aus dem Gefässe hinein giessen; so kan er es auf der Wage abwägen. Und kan dieses auch als eine Probe angenommen werden, wie nahe die Rechnung zutrifft. Weil der Diameter der Röhre MKNO 306 Scr. und die Höhe 3000 hält; so wird, wie vorhin (§. 221. Geom.) der Innhalt der Röhre, folgends des Wassers darinnen, 220548 Cubic-Linien, das ist, bey nahe oder etwas weniges mehr als 220½ Cubic-Zoll gefunden (§. 2.). Nun wieget ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. (§. 7.), folgends das Wasser in der Röhre KMON 109148 Gr. das ist, bey nahe 15 Pf. (§. 2.). Man hätte dieses auch noch auf eine andere Art finden können. Weil das Gefässe und die Röhre einerley Grund-Fläche haben; so verhalten sie sich wie ihre Höhen (§. 239. Geom.). Nun verhalten sich die Höhen wie 212 zu 3000, das ist, bey nahe wie 1 zu 14⅛ und demnach werden auch hier für die Schweere des Wassers in der Röhre über 14½ Pf. gefunden. Dieses kan man lieber nur als eine Probe der vorigen Rechnung

nung annehmen: Denn es iſt beſſer, daß man alles genaue ausrechnet, weil die Kleinigkeiten, die man zuletzt wegläſſet, etwas merckliches bringen, wenn ſi durch groſſe Zahlen multipliciret werden. Es machet demnach das Waſſer in der Röhre KMON und dem Gefäſſe ACDB zuſammen etwas über 16 Pf. Weil nun die Röhre ſo weit iſt als der bewegliche Boden des Gefäſſes G, ſo drücket das Waſſer mit ſeiner gantzen Schweere darauf, und iſt es eben ſo viel als wenn der Boden mit 16 Pfunden beſchweeret wäre. Derowegen da die Wage-Schaale nebſt dem Gewichte von der andern Seite der Wage bey nahe 17½ Pfund hielt und dannenhero der Boden von 1½ Pf. mehr in die Höhe gezogen, als niedergedrucket ward; ſo begreiffet man leicht, daß er wieder den Druck des Waſſers hat können in die Höhe gezogen werden. Nach dieſem habe ich an ſtat der weiten Röhre NKMO eine engere genommen, die im Diameter kaum den dritten Theil von der vorigen hatte. Zu dem Ende habe ich zuförderſt eine Scheibe von Meßing TV mit einer Schraube in S an das Gefäſſe geſchraubet und vermittelſt der Schraube-Mutter unten an der Röhre SR dieſe engere Röhre aufgeſchraubet, nachdem ich vorher den Strick durchgeſtecket. Wenn er durch die Enge der Röhre nicht wohl durchgehen will,

Anderer Verſuch.

Handgriff.

darf man nur etwas schweeres, als z. E. einen kleinen Schlüssel, an dessen Ende binden; so fället es durch und ziehet den Strick mit durch. Als ich das Gefässe wieder auf gehörige Weise an die Wage gebracht und die Röhre SR, die so lang war als die vorige Weite, nebst dem Gefässe mit Wasser voll gefüllet hatte; konnte ich den Boden nicht los reissen, als ich auf die Wage-Schaale nur 12 Pf. legete: vielmehr da dieses geschehen solte, muste ich, wie vorhin, 14 Pf. darauf legen. Die Röhre war im Diameter nur den dritten Theil so weit wie die vorige und hielt daher nur den neundten Theil Wasser von demjenigen, damit die grosse Röhre erfüllet ward (§. 240. Geom.); also nur $1\frac{2}{3}$ Pf. Derowegen war im gegenwärtigem Falle der Boden im Gefässe nur mit $2\frac{2}{3}$ Pfund, das ist nicht völlig mit 3 Pf. beschweeret. Da nun gleichwohl eben so ein grosses Gewichte erfordert ward den Wiederstand des Wassers zu überwinden und den Boden los zu reissen, als wie er mit mehr als 16 Pfunden beschweeret war; so erhellet hieraus, daß der Boden des Gefässes einmahl so viel Wiederstand von dem Wasser findet als das andere, wenn es nur in gleicher Höhe darüber stehet, es mag im übrigen viel oder wenig seyn. Die Ursache, warum wenig Wasser eben so viel wiederstehen kan als vieles, ist

Beweis.

Ursache von einerley

eben

eben diejenige, die wir oben von dem wagerechten Stande flüßiger Materien in Röhren von gantz ungleicher Weite (§. 36.) angeführet. Es iſt klar, daß, wenn der Boden G in die Höhe gezogen wird, das Waſſer weichen und wieder ſeine natürliche Schweere in die Höhe ſteigen muß. Wenn nun die Röhre SR enger iſt als das Gefäſſe ABCD, ſo muß auch das Waſſer um ſo viel ſchneller beweget werden, je enger ſie iſt. Nun iſt aber bekandt (§. 657. Met.), daß ein Cörper der Bewegung mehr wiederſtehet, wenn er geſchwinde, als wenn er langſam beweget werden ſoll. Und demnach kan der Wiederſtand des Waſſers in einer engen Röhre mit dem Wiederſtande deſſelben in einer weiten einerley ſeyn, ob gleich in der weiten Röhre ungleich weit mehr Waſſer iſt als in der engen: denn, wie ſchon gedacht, in der engen muß das Waſſer, wenn es ſich bewegen ſoll, ungleich weit mehr Geſchwindigkeit haben als in der weiten.

Erfolg in beyden Verſuchen.

§. 54. Wenn man alles genau erweget, was im vorhergehenden angeführet worden; ſo wird man gar bald ſehen, wie das Inſtrument einzurichten, damit man den Verſuch viel umſtändlicher anſtellen kan. Nehmlich wenn das Gefäſſe ABCD dergeſtalt verfertiget worden, daß es ein Pfund Waſſer hält; ſo träget man die Höhe des Gefäſſes auf die Röhre aus S in 2,

Wie dieſer Verſuch umſtändlicher anzuſtellen.

aus 2 in 3, aus 3 in 4, aus 4 in 5, u. s. w. und ist alsdenn klar, daß, wenn das Wasser bis in 2 stehet, der Wiederstand 2 Pf. sey; in 3 drey Pfunde, in 4 vier Pfunde, in 5 fünff Pfunde u. s. w. Damit man nun aber sehen kan, wie tief das Wasser in der Röhre RS herunter stehet; so kan man an das Gefässe eine kleine Röhre von Meßing a b c einschrauben und daran eine gläserne c d kütten, die doch etwas weit und nicht gar zu enge ist: denn so stehet das Wasser in der gläsernen Röhre jedesmahl so hoch wie in der andern SR (§. 34. 43.). Wenn man nun das Wasser nur bis in 5 stehen lässet, so brauchet man ein Pfund weniger als wie sie voll war. Stehet das Wasser nur bis in 4, so braucht man 2 Pfund weniger als im ersten Falle und so weiter fort. Und solchergestalt erkennet man augenscheinlich, wie der Wiederstand des Wassers nach Proportion der Höhe abnimmet. Soll man nun mit dem Instrumente bequem handthieren und den Boden, so bald er los gezogen worden, wieder zurücke ziehen und andrucken können: so lässet man sich dazu ein besonderes Gestelle ABEDCF machen, wie die Figur ausweiset, und setzet dieses Gestelle in ein höltzernes Gefässe, damit das Wasser darein lauffen kan, wenn der Boden los gehet. Es müssen demnach die Füsse C, D, E, F, um so

Tab. III. Fig. 20.

viel

viel höher seyn als dieses Gefässe, damit man zwischen ihnen noch unten mit der Hand durchgreiffen und bequemlich zu dem Boden des Instruments kommen kan. Dieses Gestelle dienet auch dazu, daß man siehet, ob der Boden feste hält oder nicht. Wenn das Gefässe ABCD auch etwas mehr oder weniger als ein Pfund Wasser fasset, so kan man doch die Eintheilung der Röhre RS wie vorhin machen und alsdenn träget ein jeder Theil der Röhre so viel mehr aus als ein Pfund, wie viel mehr als ein Pfund Wasser im Gefässe ABCD ist. Z. E. in meinem Gefässe sind 3 Quintlein Wasser über ein Pfund, und also muß man für jeden Theil der Röhre ein Pfund und 3 Quintlein rechnen. Wer die Röhre dergestalt eintheilen will, dem ist mehr zu rathen, daß er das Wasser im Gefässe ABCD abwäget, als daß er durch Rechnung seine Schweere suchet, weil in dieser Rechnung leichter kan gefehlet werden, indem man dazu annehmen muß, was durch andere Versuche ausgemacht worden (§. 53.). Und weil man dadurch, oder auch durch vorsichtig angestellte Rechnung vorher wissen kan (§. cit.), wie viel man ohngefehr Gewichte nöthig hat den Wiederstand des Wassers zu überwinden, nehmlich etwas mehr als seine Grösse austräget: so kan man auf die Wage-Schaale, die

Tab. III. Fig. 19.

Vortheil im Versuchen.

man vorher abgewogen und mit zu dem Gewichte geschlagen, das nöthige Gewichte legen, sie an den Wage-Balcken anhängen und von jemand so lange halten lassen, bis man die Röhre nach Verlangen gefüllet. Denn solchergestalt kan man den Versuch anstellen, wenn auch gleich nach und nach zwischen dem Boden und dem Rande etwas Wasser durchdringen und sich dadurch in einer engen Röhre etwas schnelle setzen solte, massen man die Röhre durch nachgiessen beständig voll erhalten kan.

Zweiffel, der hierbey entstehet.

§. 55. Aus dem gegenwärtigen Versuche erhellet, daß das Wasser der Bewegung des Bodens gleich viel wiederstehet, wenn es nur in einerley Höhe darüber stehet, es mag im übrigen viel oder wenig seyn. Aber hieraus ist noch nicht klar, daß der Boden in einem Falle so starck gedrucket wird als in dem andern, und man dannenhero sagen könne, die kleine Wasser-Säule in der engen Röhre drucke so starck als die in der grossen. Man hat um so vielmehr Ursache hieran zu zweiffeln, wenn man die Ursache des Wiederstandes untersuchet. Wir haben gesehen, daß der Wiederstand grösser ist in einer engen Röhre, als in einer weiten, weil in der engen die Bewegung geschwinder seyn muß als in der weiten, wenn der Boden in die Höhe gezogen wird. Und also gewinnet es das Ansehen, als wenn der

Wie-

Wiederstand nicht eher sich äusserte, noch seine Grösse vorhanden wäre, als bis der Boden in die Höhe gezogen wird und sich dem Wasser, welches niederwarts drucket, wiedersetzet. Solchergestalt scheinet es, daß der Boden in der Mitten von dem Wasser in der Röhre allein gedrucket wird, das übrige davon, was nicht unter der Röhre stehet, bloß von dem Wasser im Gefässe. Es ist demnach nöthig dieses durch andere Versuche genauer auszumachen.

§. 56. Ehe ich aber solches zeige, muß ich noch vorher erinnern, daß man auch den Röhren noch andere Arten der Figuren geben kan, die man auf das Gefässe schraubet. Z. E. wenn man eine Röhre ACDB in Gestalt eines abgekürtzten Kegels machet, unten in CD so weit als das Gefässe im Lichten, oben in AB aber so weit man immer verlanget, im übrigen so hoch wie die vorigen gleich weiten Röhren, und sie vermittelst des meßingenen Ringes EF an das Gefässe anschraubet, wie vorhin die grosse von den gleich weiten Röhren (§. 54.); so wird man finden, daß man eben noch das Gewichte vonnöthen hat den Boden in die Höhe zu ziehen, was bey den vorigen Röhren gebraucht worden. Und erhellet demnach hieraus, daß das Wasser in einer Röhre, die oben immer weiter wird, nicht mehr wiederstehet, als in einer gleich weiten.

Zusatz zu dem vorigen Versuche. Tab. III. Fig. 21.

Nehm-

Nemlich es ist eben so viel, als wenn nur die Wasser-Säule CHID der Bewegung des
Tab. III. Fig. 22. Bodens wiederstünde. Gleichergestalt wenn man eine Röhre NLMO wie einen abgekürtzten Kegel machen lässet, die unten abermahls so weit ist wie das Gefässe, darauf sie vermittelst des Ringes EF geschraubet wird, oben aber in NO so enge als man verlanget; so wird man abermahls finden, daß eben noch dieses Gewichte erfordert wird den Boden loßzureissen, welches wir in den vorigen Fällen nöthig gehabt, woferne nur die Röhre so hoch ist, wie die übrigen waren. Und ist auf solche Weise abermals klar, daß der Wiederstand des Wassers, oder einer andern flüßigen Materie, in der Röhre LNOM, die immer enger wird, eben so groß sey als in einer gleichweiten LPQM. Weil man diese beyde Röhren auf das Gefässe schraubet, siehet man vor sich, daß sie nicht grösser seyn kan in ihrer unteren Weite als das Gefässe. Denn wolte man gleich oben auf das Gefässe einen breiten Rand machen, damit sich eine Röhre, die unten im Lichten breiter wäre als das Gefässe, darauf schrauben liesse; so wäre doch dieses vor die lange Weile, indem das Wasser auf den Rand und nicht auf das Wasser im Gefässe druckte, welches in gegenwärtigem Falle eben so anzusehen wäre, als wenn es gar nicht da wäre. Allein

Verschiedene Erinnerungen.

lein gleichwie die gleichweiten Röhren viel enger seyn können als das Gefässe (§. 54.); so kan man auch die von ungleicher Weite unten enger als das Gefässe machen. Ja da wir wissen, daß das Wasser in einer Röhre, die so hoch ist als eine andere, mit dem Wasser in der anderen die Wage hält, sie mag so eine wunderliche Figur haben, als sie immermehr will (§. 24. & seqq.), so siehet ein jeder, welcher der Sache nachdencket, daß man mit einerley Fortgange die Figur der Röhren verändern kan: nur würde man auf bequeme Mittel bedacht seyn müssen den Boden loß zu ziehen, wenn man die Röhre in krumme Gänge beugen wolte. Es ist aber nicht nöthig, daß man erst durch neue Versuche ausmachet, sonderlich wo Weitläufftigkeiten sich ereignen, wenn etwas durch Vergleichung dessen erhellet, was durch andere Versuche bereits ausgemachet worden. Daher lassen wir es auch für unsere Person bey dem bewenden, was wir vorhin umständlicher beschrieben. Allgemeine Erinnerung.

§. 57. Damit ich nun aber zeigen möchte, daß der Boden des Gefässes von dem darüber stehenden Wasser auch würcklich so viel gedrucket werde, als Gewichte nöthig sind den Boden loß zu reissen; so habe ich es anfangs auf die Art und Weise versuchet, wie Mariotte in seinem Tractate von der Bewe- Stärcke des Druckes des aus dem wagerechten Stande gesetzten Wassers.

Bewegung des Waſſers und anderer flüßiger Cörper (a). Ich habe von dem Böttticher ein gleich weites Faß machen laſſen in der Figur eines Cylinders ABCD mit einem doppelten Boden und einem Loche oben in E. Weil an der Höhe nichts gelegen iſt, ſondern alles auf die Weite ankommet; ſo ließ ich es nur 1½ Sch. hoch, aber 2 im Diameter im Lichten weit machen. Das Loch E war im Diameter ein wenig gröſſer als ein Zoll. Das Gefäſſe ließ ich ſtarck auspichen, damit es Waſſer hielt: Denn da der Böttticher wieder meinen wiederhohleten Befehl es nach ſeinem Kopfe gemacht hatte, drang das Waſſer gleich im Anfange des Verſuches durch das Holtz durch und muſte ich damit inne halten, bis es von neuem ausgepicht ward. Dieſes Faß füllete ich durch das Loch E mit Waſſer, nahm nach dieſem eine Röhre EF von weiſſem Bleche einen Zoll weit und 12 Sch. lang, bewickelte ſie unten mit Wercke, bis ſie ſich in das Loch E ſchickete und darinnen feſte ſtund. Damit aber das Waſſer nicht neben ihr durchdringen konnte, umgoß ich die Röhre rings herum um das Loch mit zerlaſſenem Peche. Hier-

Tab. IV. Fig. 23.

auf

(a) Traité du Mouvement des Eaux part. 2. diſc. 1. p. 106, edit. Pariſ. oder p. 368. Operum.

auf befeſtigte ich an das Fenſter des Gemaches, darinnen der Verſuch angeſtellet ward, ein Lineal HI und ſtellete das Faß mit der Röhre dergeſtalt daran, daß es die Röhre in G berührete. Nachdem ich den Boden mit vielen Steinen beſchweeret hatte, ließ ich noch ein paar groſſe und ſtarcke Perſonen darauf treten. Endlich ſtieg ich auf eine Leiter und fieng an die Röhre EF mit dem Waſſer, ſo ich mir zureichen ließ, zu füllen. Als dieſes geſchahe, mercke te man, daß die Röhre ſich an dem Lineale etwas nach und nach erhöhete. Unterdeſſen da ich mit Füllung der Röhre fort fuhr und ſie bey weitem noch nicht voll war, der Punct G aber über das Lineal HI ſchon bey einem halben Zoll hoch ſtund; ſprang der Boden in zwey Orten entzwey und bekam Ritze, daß das Waſſer durchlauffen konnte und alſo die gantze Würckung der vollen Röhre nicht konnte bemercket werden.

Wie es Mariotte verſucht.

Mariotte hat ein Gefäſſe im Diameter von 2 bis 3 Schuhen und gleichfalls eine Röhre 12 Schuhe lang und einen Zoll weit gehabt, den Boden mit 800 Pfunden beſchweeret, ſo daß er nachgegeben und eine ausgehöhlete Figur angenommen; ſo bald aber die Röhre mit Waſſer erfüllet worden, wahrgenommen, daß der Boden in der Mitten, wo die Röhre eingeſetzet war, faſt einen gantzen Zoll erhöhet worden und ei-

ne

ne erhabene Figur angenommen. Man kan aus diesem Versuche gar wohl sehen, daß das Wasser eine sehr grosse Krafft zu drucken bekommet, wenn es von einer Seite hoch über den wagerechten Stand erhaben wird. Eine Röhre, die 1 Zoll weit und 12 Schuhe hoch ist, hat in ihrem cörperlichen Inhalte 94200 Cubic-Linien (§. 221. Geom.). Da nun ein Cubic-Zoll oder 1000 Cubic-Linien (§. 216. Geom.) 495 Gr. wiegen (§. 7.); so wieget das Wasser in der Röhre 6 Pf. und 7 Loth (§. 2.): welches allerdings in Ansehung der 800 Pf. die auf dem Boden des Fasses liegen, was sehr geringes ist. Und gewiß der Wiederstand des Bodens, indem er in die Höhe gedrucket wird, ist auch nicht für geringe zu achten. Ja wir werden nach diesem finden, daß er noch grösser ist als die Last des Gewichtes, damit der Boden beschweeret wird. Allein eben weil man den Wiederstand des Bodens nicht anders woher weiß; so kan man aus gegenwärtigem Versuche nicht sehen, daß das Wasser in der engen Röhre so starck drucket als die Schweere des Wassers in einer Röhre, die so weit ist wie das Faß, aber eben so hoch wie die Röhre EF. Ja wer nicht weiß wie starck der Boden wiederstehet, wenn er in eine solche Krümme gebogen werden soll, wie es der Versuch ausweiset; der solte

Mathematischer Beweis.

Warum dieser Versuch den Druck des Wassers nicht deutlich zeiget.

dadurch

dadurch wohl gar irre gemacht werden, ob der Druck des Waſſers in der Röhre EF ſo ſtarck wäre, als wenn die Röhre einerley Weite mit dem Faſſe ABCD hätte. Denn wenn eine Röhre wie das Faß im Diameter 2 Schuhe hat und dabey 12 Schuhe hoch iſt; ſo iſt ihr Inhalt 37680 Zoll (§. 221. Geom.). Derowegen da ein Cubic-Zoll Waſſer 495 Gr. wieget (§. 7.) und ein Pfund 7496 Gr. hält (§. 2.); ſo wieget das Waſſer in einer ſo weiten Röhre 2488 Pf. und alſo iſt die Krafft damit das Waſſer in der Röhre EF wieder den Boden AD drucket, 2488 Pfund. Da nun der Boden bloß mit 800 Pfunden beſchweeret geweſen; ſo behält das Waſſer noch 1688 Pfund Krafft übrig den Boden in die Höhe zu drucken, daß er die erhabene Figur erhält, wie vorhin angemercket worden. Weil nun den wenigſten bekandt iſt, wie viel Krafft erfordert wird einen Boden im Gefäſſe in eine dergleichen erhabene Figur herauszudrucken; ſo möchten wohl die meiſten noch bey dem gegenwärtigen Verſuche zweifſeln, ob auch das Waſſer in der Röhre einen ſo ſtarcken Druck habe. Gewiß bleibet es, daß ſolches aus gegenwärtigem Verſuche nicht deutlich erhellet. Er dienet demnach mehr Verwunderung zu erwecken, als die Sache, welche man zu behaupten trachtet, deutlich vor Augen zu legen.

Wie viel der Boden wiederſtehet.

Bayerische Staatsbibliothek München

Wird deutlicher als vorhin erwiesen. Tab. IV. Fig. 24.

§. 58. Um nun diesem Fehler abzuhelfen, habe ich es auf eine andere Weise angegriffen. Ich habe nehmlich ein Gefässe ABCD von weissem Bleche machen und daran eine Röhre EF löthen lassen. Der Diameter des Gefässes ist 48 Linien, der Diameter der Röhre EF 11, die Länge von G an gerechnet, so weit sie nehmlich über das Gefässe gehet, 250 Linien. Nachdem ich das Gefässe ABCD mit Wasser voll gefüllet, habe ich durch Hülffe eines Bindfadens eine halbe rinderne Blase, oder auch ein Stücke von einer Schweins-Blase darauf gebunden. Der Bindfaden muß an dem einen Ende eine Schlinge haben, damit man ihn fest anziehen und die Blase über dem Gefässe ausspannen kan. Weil unter der Blase noch etwas Lufft bleibet, darff man durch die Röhre etwas Wasser hinein giessen und nach diesem das Gefässe neigen, daß die Röhre EF oben zu stehen kommet; so gehet die Lufft endlich alle heraus. So bald dieses geschehen, habe ich ein Gewichte von 30 Pfunden darauf geleget, wodurch die Blase tief eingebogen worden. Hierauf habe ich die Röhre EF mit Wasser erfüllet: da denn das Gewichte in die Höhe gehoben worden und endlich gar nicht mehr auf der Blase stehen blieben, nachdem die Röhre voll gewesen, sondern von ihr herunter gefallen. Weil die

Handgriff.

Erfolg.

die Röhre EF 11 Linien weit und die Höhe GF 250 Linien hoch iſt; ſo findet man ihren Inhalt 23746 Cubic-Linien (§. 221. Geom.). Da nun ein Cubic-Zoll oder 1000 Cubic-Linien Waſſer 495 Gr. wägen (§. 7.) und ein Pfund 7496 Gr. hält (§. 2.); ſo wäget das Waſſer in dem Theile der Röhre GF, ſo weit es nehmlich über dem Waſſer im Gefäſſe ſtehet und alſo auſſer dem wagerechten Stande ſich befindet, nicht viel über $1\frac{1}{2}$ Pfunde, folgends haben $1\frac{1}{2}$ Pfund Waſſer ein Gewichte, das bey nahe 20mahl ſo groß iſt, als ſeine Schweere beträget. Weil der Diameter des Gefäſſes 48 hält; ſo wird ein Cylinder oder eine Röhre von gleicher Weite, aber 250 Linien lang, in ihrem Inhalt 452100 Cubic-Linien gefunden (§. 221. Geom.) und wäget demnach aus erſt angeführten Gründen das Waſſer in einer ſolchen Röhre bey nahe 30 Pfund. Das Gewichte demnach, welches dem Waſſer in der Röhre die Wage hält, iſt ſo groß als die Schweere des Waſſers in einer Röhre, die ſo weit iſt als das Gefäſſe, aber ſo hoch wie die Röhre GF. Und alſo zeiget der Verſuch, wie er von mir angeſtellet wird, dasjenige deutlich, was man dadurch zu erkennen verlanget, ob er gleich nicht bey dem erſten Anblicke Leute, die nicht weiter dencken als ſie ſehen, in ſo groſſe Verwunderung ſetzet. Es iſt auch dieſer

Mathematiſcher Beweis.

Satz, ſo durch den Verſuch beſtetiget wird.

Vortheil dabey, daß man die Krafft des druckenden Wassers selbst mit Händen fühlen kan. Denn man kan an stat des Gewichtes mit der Hand auf die ausgespannete Blase drucken; so wird man fühlen, wie starck das Wasser entgegen drucket, nachdem es in der Röhre immer höher steiget.

Ursache des starcken Druckes, wenn das Wasser aus dem wagerechten Stande gesetzet wird.

§. 59. Wer auf das vorhergehende wohl acht gegeben, der wird bald begreifen, woher es kommet, daß das Wasser eine so grosse Krafft bekommet, indem es ausser den wagerechten Stand gesetzet wird. Die unteren Theile des Wassers bey E in der Röhre EF werden von allen oberen, die über ihm stehen, gedrucket und erhalten dadurch so viel Krafft, als die Schweere des gantzen Wassers ist, dadurch sie gedrucket werden (§. 43.). Da nun das Wasser in GE durch seine blosse Schweere mit dem in dem weiten Gefässe ADCB bis in HI die Wage hält (§. 34.), das ist, so viel wiederstehet, als es von dem im Gefässe gedrucket wird; so muß es in gegenwärtigem Falle das Wasser um so viel stärcker drucken, als seine Schweere in der Schweere des Wassers, so ausser dem wagerechten Stande stehet, enthalten ist. Nehmlich das Wasser in GE hat einen so starcken Druck in unserem Versuche als $1\frac{1}{2}$ Pfund Wasser, so in der Röhre GF ist. Da ihm

Tab. IV. Fig. 24.

nun

nun in dem Gefäſſe ABCD bey BI ein gleicher Cylinder als EG iſt wiederſtehet; ſo erhält er gleichfalls eine Krafft zu drucken, welche 1½ Pfund haben (§. 46.). Wenn man nun alles Waſſer in AHIB in ſolche Cylinder in Gedancken eintheilet als EG iſt; ſo muß ein jeder von ihnen durch den Druck des neben ihm ſtehenden ſo viel Krafft erhalten, als 1½ Pfund drucken. Derowegen weil in dem Cylinder AHIB 20 ſolche enthalten ſind wie EG iſt (§. 240. Geom.); ſo bekommet auch das Waſſer im Gefäſſe einen Druck, der 20 mahl 1½ Pfunden, das iſt 30 Pfunden gleichet. Und hieraus erkennet man, daß auch der Boden G im Gefäſſe ABCD von dem Waſſer in der Röhre SR ſo viel gedrucket wird, als es ſeiner Bewegung wiederſtehet: welches vorhin noch zweiffelhafft blieb (§. 55.). Niemand wird zweiffeln, daß der Theil des Bodens unter der Röhre SR ſo ſtarck gedrucket wird, als die Schweere des Waſſers in der Röhre RS iſt. Da nun aber aus gegenwärtigem Beweiſe erhellet, daß alle Theile des Waſſers im Gefäſſe, die einerley Dicke mit der Röhre haben, eben einen ſo ſtarcken Druck erhalten wie der Theil, welcher unter der Röhre ſtehet; ſo begreiffet ein jeder, der darauf acht hat, daß die Stärcke des Druckes im Waſſer des Gefäſſes in der Proportion zunehmen

Tab. III. Fig. 19. Erläuterung des oberen Verſuches §. 55.

muß, die die Grund-Fläche des Gefässes zu der Grund-Fläche der Röhre hat, folgends es eben so viel ist, als wenn die enge Röhre SR so weit wäre wie das Gefässe ABDC (§. 239. Geom.).

Anmerckung. Tab. IV. Fig. 24.

§. 60. Ich habe anfangs das Gefässe ADCB mit der Röhre IEF aus einer andern Absicht machen lassen, nehmlich die unsichtbahren Löcher in der Blase und ihre Beschaffenheit zu untersuchen, und nach diesem gefunden, daß dieses Instrument besonderen Nutzen in der Anatomie hat, wenn man die Haut und Felle der Thiere, ingleichen alle Theile des Leibes, die aus Häuten zusammen gesetzet sind, als da sind der Magen, die Gedärme, die Blase u. s. w. untersuchen will. Und in dieser Absicht habe ich es den Anatomischen Heber genennet und unter diesem Nahmen A. 1709. einigen Freunden in Brieffen bekandt gemacht, auch nach diesem in den Lateinischen Anfangs-Gründen der Hydrostatick beschrieben. An seinem Orte (§. 69. T. III. Exper.) werde ich Gelegenheit haben einige damit angestellte Versuche zu beschreiben.

Anatomischer Heber.

Schweere flüßiger Materien drucken leichtere nieder.

§. 61. Um noch mehrere Umstände von dem Drucke der flüßigen Materien zu entdecken, dergleichen Boyle in seinen Paradoxis hydrostaticis angemercket, habe ich eine Röhre von Glase dergestalt gebogen, daß der eine Theil BA dreymahl länger war

war als der kleine CD. Nach dieſem habe ich das eine Ende D in Oleum petroleum deſtillatum geſetzet und in A geſogen, bis davon ſo viel hinein kam, daß es beyderſeits in H und I 66 Scrupel hoch ſtund. Als ich nun die Röhre mit BC auf das Waſſer in einem hohen Cylindriſchen Glaſe ſetzte und ſie an dem Rande des Glaſes gerade hinunter ſtieß, damit ich mit dem Handgriff. Circkel alle Höhen, die ich zu wiſſen verlangte, bequem abnehmen konnte, ſo lief gleich Waſſer in die Röhre und druckte das Oele nieder und, weil die Röhre ſehr enge war, blieb die Lufft zwiſchen dem Waſſer und dem Oele unbeweglich ſtehen. Es war aber Erfolg. die Eröffnung D unter dem Waſſer 24 Scr. das Waſſer ſtund in DC 51 Scr. tief, die Lufft darunter 91, das Oele nur noch 21. Hingegen von der andern Seite in BA war das Oele geſtiegen 131 Scr. hoch, der übrige Theil der Röhre im Waſſer 56 Scr. hoch mit Lufft erfüllet. Wenn man es tieffer eintauchte, gieng noch mehr Waſſer in die Röhre DC und ſtieß das Oele in die andere Röhre AB gantz hinüber. So lange die Lufft, welche ſich zwiſchen dem Oele und dem Waſſer in der Röhre DC aufhielt, darinnen verblieb; ſtund das Oele in der Röhre BA allzeit niedriger als die Röhre im Waſſer: hingegen ſo bald die Lufft entweder gantz, oder doch gröſten Tab. III. Fig. 25.

Theils in die Röhre CB kam, stieg das Oele in der Röhre BA über das Wasser im Glase herauf. Es nahm aber die Lufft in BC eben einen Raum von 91 Scr. ein als wie in CD. Als ich an stat des Oeles in die Röhre Wasser saugete und sie wie vorhin gerade hinunter in das Wasser im Glase stieß, bis die Eröffnung D 50 Scr. oder 5 Linien tief darinnen stund; so war in der Röhre AB das Wasser nur 108 Scr. hoch, der übrige Theil von 81 Scr. bis an die obere Fläche des Wassers im Glase war mit Lufft erfüllet. Hingegen in der andern Röhre CD nahm die Lufft den untern Theil von 81 Scr. ein, der obere von 81 Scr. war mit Wasser erfüllet. Wenn auch gleich die Röhre so tief eingetaucht ward, daß der gantze Theil DC mit Wasser und CB mit Lufft erfüllet war; so stieg das Wasser auf der andern Seite in BA nicht bis an die oberste Fläche des Wassers im Gefässe. Hingegen wenn die Lufft bis in die Röhre BA kam, so stieg darinnen das Wasser über den wagerechten Stand des äusseren im Gefässe. Weil die Lufft, welche in der Röhre CD verbleibet, indem man sie gerade hinunter tauchet, verhindert, daß sich das Wasser mit der Materie von der leichteren Art, die in der Röhre ist, nicht vermischet, ob sie sich zwar sonst vermischen lassen: so ist eben nicht nöthig, daß man ein Oele

Erinnerung.

dazu

dazu brauchet, sondern man kan auch Spiritum vini und eine jede andere flüßige Materie dazu nehmen. Da das Wasser, welches in D durch die Eröffnung in die Röhre DC hinein dringet, nicht allein das Oele oder, was es sonst für eine leichtere Materie daselbst hat als das Wasser, sondern auch die Lufft zugleich nieder, ja durch die Röhre CB durchdrucket; so erhellet hieraus, daß in solchen Fällen, wo eine Materie der andern nicht ausweichen kan, auch die leichtere von der schweereren kan niedergedruckt werden, unerachtet sonst die leichtere in der schweereren in die Höhe steiget (§. 17.). Wir haben dieses auch schon in der That vorhin (§. 43.) gesehen, da das Queckſilber in der Röhre AB aus AC herunter fiel und die Lufft durch die untere Eröffnung in B heraus jagete. Es könte also gegenwärtiger Versuch überflüßig scheinen, wenn wir, wie Boyle, weiter nichts anmercken wolten. Allein da wir verschiedene besondere Umstände angeführet, so werden wir durch deren Erwegung noch zu andern Gedancken geleitet werden. Weil in der Röhre Lufft ist, nicht lauter Wasser, daß wenige Lufft aber fast gar keine mercksliche Schweere hat (§. 47.); so ist es in der That so viel, als wenn die Röhre ABCD nicht so tief im Wasser stünde, sondern um so viel weniger als der Raum beträgt, den die Lufft in der

Wenn schweere Materien leichte niederdrucken.

Tab. II. Fig. 16.

Tab. III. Fig. 25.

Grund von besonderen Umständen des Versuches.

Röhre DC einnimmet. Was iſt es demnach Wunder, daß die flüßige Materie von der andern Seite, abſonderlich das Waſſer, in der Röhre BA nicht ſo hoch ſteiget, als ſie im Waſſer ſtehet, oder, da ſie leichter iſt als das Waſſer, nach Proportion ihrer Schweere auch wohl noch höher (§. 37.)? Hingegen wenn die Lufft in BC iſt, ſo drucket ſie nicht mit gegen die flüßige Materie in BA, ſondern bringet nur darauf den Druck des Waſſers in der Röhre CD und über ihrer Eröffnung D im Glaſe. Derowegen weil nun das Waſſer allein drucket und nicht durch die Lufft geſtöhret wird; ſo muß auch die flüßige Materie in der Röhre BA ſo hoch ſteigen, als es der wagerechte Stand erfordert (§. cit.), und alſo ſo hoch als die Röhre im Waſſer ſtehet, wenn es Waſſer iſt, oder nach Proportion höher, nachdem ſie viel oder wenig leichter iſt als das Waſſer. Es dienet die Erwegung der beſonderen Umſtände dazu, daß wir durch dasjenige, was in vorhergehenden Verſuchen ausgemacht worden, erklären lernen, was in nachfolgenden vorkommet. Und dieſes iſt in der That nicht geringer, ſondern wohl gar höher zu achten, als wenn wir einen neuen Satz aus dem Verſuche gezogen hätten, der aus dem vorhergehenden noch nicht wäre klar geweſen.

Warum beſondere Umſtände zu erwegen.

Das 4. Capitel.

Von der Lufft-Pumpe.

§. 62.

Nachdem wir verschiedenes von den flüßigen Materien überhaupt abgehandelt haben; so wollen wir auch solches ins besondere von der Lufft zeigen, damit wir ihre Würckungen verständlich erklären können. Da nun zu denen Versuchen, wodurch die Eigenschafften und Würckungen der Lufft sich zu erkennen geben, die Lufft-Pumpe gebrauchet wird; so ist nöthig, daß wir dieses Instrument ausführlich beschreiben, ehe wir einigen Versuch vornehmen, dazu wir es von nöthen haben. Gegenwärtiges Vorhaben.

§. 63. Dieses sehr nützliche Instrument, dadurch fast die gantze Erkäntniß der natürlichen Dinge ein anderes Ansehen gewonnen, hat Otto von Gvericke, Bürgemeister in Magdeburg, auch Chur-Brandenburgischer Rath und Abgesandter auf dem Reichs-Tage zu Regenspurg erfunden und sie daselbst im Jahre 1654 in Gegenwart des Käysers, auch einiger Churfürsten und Abgesandten, mit grosser Verwunderung durch allerhand gantz unvermuthete Versuche gezeiget. Daher es auch geschehen, daß ein Erfinder der Lufft-Pumpe.

Fran-

Frantzoſe Desnoues (a) den Erfinder Mr. Magdeburg nennet. Damahls lebete eben zu Würtzburg auf der Univerſität der berühmte Jeſuite Caſpar Schottus, welcher daſelbſt die Profeſſionem Mathematum bekleidete. Als er nun eben Vorhabens war ſeine Artem Mechanicam Hydraulico-pneumaticam heraus zu geben, die auch kurtz darauf, nehmlich A 1657, an das Tage-Licht kommen, und das Gerüchte von dem, was Gvericke auf dem Reichs-Tage gezeiget hatte, auch in Würtzburg erſchollen war; ſo ſchrieb er an ihn und bath ihn um genauere Nachricht, die er nach dieſem als einen Anhang zu vorerwehntem Wercke von den Lufft- und Waſſer-Künſten mit heraus gab, und ſolchergeſtalt die ſo vortrefflichen Erfindungen von den Würckungen der Lufft zuerſt der Welt durch öffentlichen Druck bekandt machte. Als in Engelland Robert Boyle vernahm, was Schottus von Gvericens Erfindungen heraus gegeben hatte; zog er den berühmten Robert Hooke, der ſo wohl in Mechaniſchen Künſten, als auch natürlichen Wiſſenſchafften, ſehr erfahren und geübt war, zu rathe und verfertigte ſich gleichfalls eine Lufft-Pumpe, wie er ſelbſt aufrichtig geſtehet in der Vorrede über ſeine Experimenta de

(a) Lettres de Desnoues a Rome 1706 in 8.

ta de vi aeris elaſtica, die er zuerſt A. 1659 in Engliſcher, nach dieſem A. 1661 in Lateiniſcher Sprache drucken laſſen. Und daher iſt es kommen, daß nicht allein viele Engelländer, ſondern auch einige Frantzoſen Boylen für den Erfinder der Lufft-Pumpe ausgeben. Endlich hat Gvericke ſelbſt ſeine Erfindungen beſchrieben und ſie An. 1672 unter dem Titul: Experimenta nova Magdeburgica de vacuo ſpatio zu Amſterdam heraus gegeben.

§. 64. Anfangs hatte Gvericke ſeine Lufft-Pumpe gantz ſchlecht gemacht, und ohne allen künſtlichen Rüſtzeug, indem er bloß eine meßingene Feuer-Sprütze dazu gebraucht und, als er ein höltzernes Wein-Faß, ſo er mit Waſſer erfüllet hatte, vergebens damit auszupumpen ſich bemühete, indem die Lufft durch die verborgene Löcher des Holtzes durchgieng (b), eine küpfferne Kugel, darein 60 bis 70 Maaß Waſſer giengen, damit ausgeleeret (c). Wie er es auf verſchiedene Art angegriffen, damit er die Lufft aus Gläſern und Gefäſſen von Kupffer heraus bringen möchte, hat Schottus (d) weitläufftig beſchrieben. Endlich aber hat er ſeiner Lufft-Pumpe eine bequeme Stru-

Wie es mit Erfindung der Lufft-Pumpe nach und nach zugegangen.

(b) Experim. Magdeburg. lib. 3. c. 2. f. 73.
(c) ibid. c. 2. f. 77.
(d) in Technica curioſa lib. 1. p. 8. & ſeqq.

Structur gegeben, damit ein einiger Mensch durch einen Hebel den Stempel leicht hin und her bewegen konnte (e). Auch aus dem wenigen, was wir hier angeführet, erhellet, daß Gvericke zuerst durch seine sinnreiche Versuche heraus gebracht, es lasse sich die Lufft auspumpen, und könne man dadurch einen von der Lufft leeren Raum erhalten, was für ein Instrument zu Auspumpung der Lufft nöthig sey, und was die Gefässe, welche man damit ausleeren will, für eine Figur haben müssen, auch aus was für Materie man sie zu verfertigen hat. Dieses sind die Haupt-Sachen, darauf man bey der Lufft-Pumpe zu sehen hat, und also hat er im Haupt-Wercke nichts andern zu erfinden übrig gelassen.

Was Boyle bey der Lufft-Pumpe gethan.

§. 65. Boyle in dem vorhin angezogenem Orte erinnert, er habe die Erfindung Gverickens, wie sie von Schotten in dem Anhange seines Werckes von den Wasser-Künsten beschrieben wird, in zweyen Stücken verbessert. Einmahl habe er zu wege gebracht, daß der Stempel sich leichter bewegen liesse: darnach habe er auch davor gesorget, daß Gefässe mit weiten Eröffnungen sich auspumpen liessen. Nachdem er vieles bald auf dieses, bald auf eines andern Einrathen vergebens versuchet, habe

(e) Experim. Mageburg. lib. 3. c. 4. f. 75.

be endlich Hooke die Sache zu Stande gebracht, indem er den Stempel heraus und hinein zu winden die Fuhrmanns-Winde gebrauchet, die aus einer eisernen Stange mit Zähnen und einer Kurbe mit einem Stirn-Rade bestehet, und dadurch bekandter massen schweer beladene Wagen sich von einem Menschen mit leichter Mühe in die Höhe winden lassen. In der andern Absicht hat er oben in der gläsernen Kugel eine weite Eröffnung mit einem Halse machen lassen, wie die Chymici und Apothecker haben, damit er daselbst einen meßingenen Ring ankütten und einen Deckel darauf kütten könnte, wenn er die Sachen hinein gethan hatte, die er in einem von der Lufft leeren Raume zu sehen verlangete. Also hat Boyle nachgefraget, wie man den Stempel aus der Lufft-Pumpe bequem heraus winden könne und sich den Vorschlag Hookens, als eines in natürlichen Wissenschafften und mechanischen Künsten berühmten Mannes, gefallen lassen. Er hat auf der Glaß-Hütte ein Glaß machen lassen, was er bey den Chymicis und Apothekern gesehen, und darauf einen meßingenen Deckel geküttet.

§. 66. Ich habe schon vorhin erinnert, daß Gvericke selbst eine bequeme Art den Stempel heraus zu ziehen und hinein zu stossen erdacht, da ein einiger Mensch solches verrich-

Ob er für Gvericken was besonderes

zuwege gebracht.

verrichten kan und noch geschwinder als mit der Winde, sonderlich bey seiner Art der Lufft-Pumpe, die mit einem Ventile versehen war, und sich also in einer steten Bewegung auspumpen ließ. Daher auch Gvericke solches als einen Fehler in Boylens Lufft-Pumpe ausstellet in einem Briefe, den er an den gelehrten Jesuiten Schottum geschrieben, und dieser in seiner Technica curiosa (f) anführet. Und im Haupt-Wercke, nehmlich in der Auspumpung der Lufft, hat Schottus mit Gvericken seine Lufft-Pumpe der Boyleischen vorgezogen (g). Es hat über dieses Gvericke seine Kugel unten mit einer weiten Eröffnung und dergestalt verfertigen lassen, daß er gleichfalls allerhand Sachen, als Fische und Vögel, hinein thun und, was sich mit ihnen in einem von der Lufft leeren Raume ereignete, wahrnehmen konnte. Und hieraus läsſet sich urtheilen, wie weit man sagen kan, es habe Boyle die Gverickische Lufft-Pumpe verbessert. Jedoch ist auch nicht zu vergessen, daß Boyle bloß gesehen, was Schottus davon geschrieben, nicht aber was Gvericke selbst erst nach diesem davon heraus gegeben.

Was nach diesem für Veränderungen

§. 67. Nach diesem sind von verschiedenen

(f) lib. 1. c. 28. p. 74.
(g) lib. 2. c. 2. p. 98.

denen Künſtlern und nach verſchiedenen damit von denen Gelehrten angeſtellten Verſuchen hin und wieder einige Veränderungen vorgenommen worden, bis endlich An. 1697. der Herr **Sengwerd**, Profeſſor zu Leyden, ſich mit einem Künſtler daſelbſt unterredet und eine Lufft-Pumpe von dieſer Art machen laſſen, wie ſie unter uns jetzund im Brauch iſt und ich nach dieſem ausführlich beſchreiben werde. Es iſt aber dieſe Art von der vorigen hauptſächlich darinnen unterſchieden, daß ſie an ſtat der Ventile einen Hahn hat, der ihre Stelle vertritt, und an ſtat der kugelrunden Gefäſſe mit Schrauben einen meßingenen Teller mit einer naſſen ledernen Scheibe und einer gläſernen Glocke, die unten gantz offen iſt. Vor einigen Jahren hat wiederum Hauksbee in Engelland eine Lufft-Pumpe mit Ventilen gemacht und daher auch die Art den Stempel zu bewegen behalten, den **Gvericke** zu einer Lufft-Pumpe mit Ventilen für bequem gehalten.

vorgenommen worden.

§. 68. Ich will mich mit Beſchreibung verſchiedener Arten der Lufft-Pumpen jetzt eben nicht aufhalten, indem dieſes zu unſerem gegenwärtigen Vorhaben nicht dienet: mir iſt genung, wenn ich diejenige ausführlich darſtelle, deren ich mich in gegenwärtigen Verſuchen bedienet, und die von einem geſchickten Mechanico in Leipzig

Wie weit die Lufft-Pumpe hier ſoll beſchrieben werden.

Herr Leupolden verfertiget worden: wobey ich mir jedoch die Freyheit nehmen werde bey jedem Theile derselben mit anzuführen, was überhaupt davon zu wissen nöthig und nützlich ist. Ich habe diese Lufft-Pumpe schon (a) fast 11 Jahr, nehmlich von An. 1710. an, und sie beständig gebrauchet, jedoch noch nicht im geringsten nöthig gehabt daran etwas bessern zu lassen.

Haupt-Theile der Lufft-Pumpe. Tab. IV. Fig. 25.

§. 69. Man hat bey einer Lufft-Pumpe auf vier Haupt-Theile acht zu geben, 1. auf das Rohr AB, als den Cörper der Pumpe, 2. auf den Stempel mit der Stange EDC, 3. auf den Hahn IG, 4. auf die Gefässe, die von Lufft ausgeleeret werden, und diejenigen Theile an der Lufft-Pumpe HKLQP, welche zu ihrer Befestigung dienen. Bey einem jeden von diesen Haupt-Theilen finden wir verschiedenes zu erinnern.

Beschaffenheit des Rohres.

§. 70. Was nun erstlich das Rohr AB betrifft; so ist dasselbe ein ausgehöhleter Cylinder. Man machet es lieber etwas lang, als gar zu weit, weil die Lufft, als ein flüßiger Cörper, mehr Wiederstand der Bewegung giebet, wenn es weit, als wenn es enge ist. Gar zu lang ist auch nicht dienlich, weil es sonst lange aufhält, ehe man den Stempel heraus und hinein windet. Und ist es in der That einerley, ob man einige

Seine Grösse.

Züge

(a) Dieses ist An. 1721. geschrieben worden.

Züge mehr thut, oder über einem Zuge länger zubringet. Ein langes Rohr kan keinen andern Vortheil bringen, als daß man dadurch auf einmahl mehr Lufft auszupumpen gedencket und daher geschwinder fertig werden will. Da wir zur Zeit noch nicht zeigen können, was es für eine Beschaffenheit mit der Auspumpung der Lufft hat, sondern dieses erst hernach geschehen soll, so lässet sich auch hier die Frage nicht entscheiden, ob eine allzugrosse Länge der Lufft-Pumpe mehr aufhält als fördert. Unterdessen da die Grösse zu genauer Ausleerung der Gefässe nichts beyträget, wenn nur das Rohr nicht allzu klein ist, als in welchem Falle es die Erfahrung zeiget, daß man nicht so genau ausleeren kan; so kan man sich mit mittelmäßigen vergnügen und ist nicht nöthig auf die Länge viele Kosten zu wenden, es sey denn daß man sie mehr zur parade, als im Ernst gebrauchen will. Unterdessen muß sie doch auch nicht allzu klein seyn, nicht allein, daß es nicht allzu langsam hergehet, wenn man grosse Gläser oder andere Gefässe auspumpen will; sondern daß man auch dieselben ohne Gefahr und bequem an die Lufft-Pumpe befestigen kan und aus der vorhin angezeigten Ursache. Das Rohr von meiner Lufft-Pumpe hält im Diameter im Lichten 4 Zoll und 6 Linien

Materie. und ist zwey Rheinländische Schuhe lang. Es wird das Rohr aus Meßing gegossen, nicht aber geschlagen und gelöthet, weil das Loth leichte Schaden nehmen kan, sonderlich wenn es nur Schnell-Loth ist, das ist, wenn man nur mit Zinn löthet.

Vorsichtigkeit im Giessen. Jedoch muß der Guß mit aller möglichen Sorgfalt verrichtet werden, daß sich nicht etwan hin und wieder Lufft verhält, wodurch der Meßing löcherich wird und die Pumpe nach diesem nicht Lufft halten kan. Es können diese Löcher so kleine seyn, daß man nichts mit blossen Augen davon zu sehen bekommet.

Probe, ob es wohl gegossen. Wenn man aber versuchen will, ob einige vorhanden oder nicht, so darf man Wasser in das Rohr hinein ziehen und es mit dem Stempel nebst der zugleich darinnen enthaltenen Lufft mit der grösten Krafft, die man anwenden kan, pressen; so wird es durch die Löcher durch dringen und sie verrathen. Solten sie auch etwan durch die Materie, so zum Poliren gebraucht worden, verstopfft seyn; so darf man nur anfangs Lufft allein darinnen zusammen pressen, so werden sie

Ursache der Probe. dadurch eröffnet werden. Denn wir werden nach diesem zeigen, daß, je mehr die Lufft zusammen gedrucket wird, je eine grössere Krafft bekommet sie sich auszubreiten. Daher sie dasjenige, wodurch die Löcher verstopfft worden, heraus stösset, indem sie

sich

sich ausbreitet. Wenn man das Rohr, ingleichen auch die übrigen Theile der Lufft-Pumpe, nebst allem Zugehör aus Meßinge, reintlich erhalten will, muß man es mit klein gestossenem Bimsen-Steine und ein wenig Baum-Oele abreiben: jedoch damit der Glantz nicht verdorben wird, beständig nach dem Striche, wie es gearbeitet worden, z. E. was abgedrechselt worden, nach der Rundung. Inwendig muß das Rohr nicht allein sehr gleich ausgehöhlet, sondern auch gantz glatt poliret seyn, damit sich nirgends etwas Lufft verhalten und zwischen dem Stempel in den Raum eindringen kan, wo er heraus gezogen worden. Daher muß man sich auch in acht nehmen, daß kein grober Staub weder in das Rohr, noch auf den Stempel kommet, wenn man ihn heraus genommen: indem dadurch in der innern glatten Fläche des Rohrs leicht Ritze entstehen können. Künstlern ist bekandt, wie man ein Rohr von Metalle gleich ausbohren und glatt poliren soll. Und ist es nicht mein Werck, daß ich Unterricht von der Hand-Arbeit ertheilen will zum Gebrauch der Künstler, die Lufft-Pumpen verfertigen wollen: sondern ich will bloß die Beschaffenheit der Lufft-Pumpe denen zum besten beschreiben, die damit nöthige Versuche anstellen wollen, und wissen müssen, wie weit sie sich auf ihr Instrument zu verlassen

Wie das Rohr reine erhalten wird.

Innere Beschaffenheit des Rohres.

Vorsichtigkeit im Gebrauch.

Absicht des Autoris bey dieser Beschreibung.

Wie das Wasser aus dem Rohre zu bringen.

lassen haben. Wenn im Experimentiren Wasser in das Rohr gedrungen; so muß man es nicht darinnen stehen lassen, weil, wie bekandt, auch Meßing von dem Wasser angegriffen wird. Man kan aber die Lufft von dem Wasser gar bald reinigen, wenn man etwas Lufft in das Rohr ziehet, nach diesem sie darinnen zusammen presset und alsdenn mit Gewalt heraus fahren lässet: da sie denn das Wasser zugleich mit sich heraus führet. Und wird sich dieses unten aus denen Versuchen, die man mit der Lufft-Pumpe anstellet, klärer zeigen.

Beschaffenheit des Stempels.

§. 71. Der Stempel hat die Figur eines Cylinders und ist im Diameter so groß als das Rohr im Lichten weit ist, damit er allenthalben genau anschliessen kan und nirgends die Lufft zwischen ihm durch zu dringen vermögend ist.

Figur und Grösse.

An der Höhe ist eben so viel nicht gelegen. Jedoch muß man ihn nicht gar zu lang machen: denn weil er sich überall an dem Rohre anreibet, dadurch aber der Bewegung ein Wiederstand geschiehet, indem er heraus gezogen, oder auch hinein gestossen wird (§. 209. Mechan.); so

Tab. V. Fig. 27.

kan man gar leicht erachten, daß ein langer Stempel sich schweerer heraus ziehen lässet, als ein kurtzer.

Materie.

Es bestehet aber der Stempel aus verschiedenen ledernen Scheiben AB und zwey meßingenen BD und AC. Die ledernen müssen so breit seyn, als die Lufft-Pumpe im

im Lichten weit iſt, damit ſie überall genau ſchlieſſen: hingegen die aus Meßing um ein weniges ſchmäler, damit ſie nicht das Rohr berühren und in der Bewegung abreiben. Die ledernen werden aus ſtarcken Büffel-Leder geſchnidten, ſo von den Weiß-Gerbern zubereitet wird. Damit ſie geſchmeidig werden und Lufft halten, werden ſie einige Zeit in Fett, ſo aus Schweinefleiſche ausgekocht, mit dem ſechſten Theile Baum-Dele vermiſchet, geleget, bis ſie ſich gantz voll getruncken und weiter nichts annehmen wollen. An der oberen Scheibe von Meßing CA iſt mitten ein Dorn, daran die lederne Scheiben geſtecket werden, nachdem man ſie vorher gehöriger Weiſe in der Mitten durchlöchert, das iſt, mit einem runden Eiſen Löcher ausgeſchlagen. Dieſer Dorn iſt unten mit einer Schraube gleichwie die untere Scheibe BD mit einer Mutter verſehen, damit man vermittelſt des Schlüſſels HI das Leder zuſammen preſſen kan, ſo viel als nöthig. Nehmlich die untere Scheibe BD hat zwey viereckichte Löcher, darein man die beyden viereckichten Füſſe des Schlüſſels F und G ſetzen kan, wenn man ſie herum drehen und anſchrauben will. Und ſiehet man auch daher, warum ſie dicke ſeyn muß. In meinem Stempel iſt die Dicke der untern Scheibe BD $3\frac{1}{2}$ Linien, die Tiefe der gevierdten Löcher 5 Linien, ihre Wei-

Zubereitung.

Wie er zuſammengepreſſet wird.

Tab. V. Fig. 28.

Fig. 27.

te 3 Linien, die Länge des Stempels AB, so weit er ledern ist, hält 27 L. endlich die Dicke der obern Scheibe ist etwas dünner als die untere. Mitten an der obern Scheibe ist ein rundter Knopff zu Befestigung der Stange, damit der Stempel heraus gezogen und hinein gestossen wird. Zu dem Ende ist er in der Mitten ausgehöhlet, damit man oben in M die Stange hinein stecken kan, und zur Seiten ist er gleichfalls mit zwey Löchern durchbohret, damit man den Hacken O durchstecken kan, wodurch die Stange an dem Stempel fest gehalten wird. Der Stempel wird mit Baum-Oele eingeschmieret, bis er in der Pumpe wohl zurücke gehet, wenn er heraus gezogen worden und man ihn wieder fahren lässet, ehe man die Pumpe eröffnet. Wenn er trocken ist, reibet er sich zu starck an der Pumpe und lässet sich nicht wohl heraus ziehen.

Wie er an der Stange befestiget wird.

Fig. 29.

Wie er eingeschmieret wird.

§. 72. Der Stempel wird heraus gewunden durch Hülffe einer Winde, die aus einer gezähnten eisernen Stange AB, einer Axe CD, einem Stern-Rade EF und einem Creutze NO bestehet: wozu noch das Gestelle mit der Wiederlage kommet. Die Stange hat unten eine doppelte Rundung AG und H, nach diesem aber ist sie bis I viereckicht, und bey dem Anfange der Zähne wird sie breiter. Die Rundung dienet dazu,

Beschaffenheit der Winde.

Tab. V. Fig 30 31. 32. Tab. IV. Fig. 26.

dazu, daß sie sich in den oberen Knopff des Stempels desto leichter bringen lässet, als der rund ausgebohret. Die kleinere Rundung H wird deswegen gemacht, damit die Gabel, welche durch die Löcher des Knopffes zur Seite durch gestossen wird, die Stange fassen und in dem Knopffe zurücke halten, solchergestalt an dem Stempel befestigen kan. Bis in I ist sie viereckicht, damit sie sich nicht innerhalb dem Knopffe wenden kan, sondern so muß stehen bleiben, wie man sie hinein gestecket. Die Stange muß so lang seyn, daß, wenn man sie an dem Stempel befestiget und ihn hinein gewunden, sie nur ein wenig noch hervor gehet, indem sie auf der hintern Wand des Kessels, wo sie heraus gehet, aufliget. Weil sie grosse Gewalt ausstehen muß, wenn man sie heraus windet, muß sie starck genung gemacht werden, als etwan $4\frac{1}{2}$ Linien dicke und 9 Linien mit den Zähnen breit. Es können auch die Zähne an der Stange mit ein wenig Baum-Oele eingeschmieret werden, damit sich dieselbe leichter heraus und hinein winden lässet (§. 211. Mech.): welches mit einer Feder gar leichte geschehen kan. Die Kammen werden oben abgerundet und inwendig, wo die Kammen des Rades ausstossen, wird der Raum zwischen zweyen Kammen gleichfalls ausgerundet, damit in der Bewegung sich weniger Wie-

1. Die Stange mit Zähnen.

Tab. V. Fig. 32. 2. des Stern-Rades.

derstand befindet (§. 216. Mech.). Die Figur des Stern-Rades EF ist aus dem Risse leichtlich zu ersehen. Man machet in der Mitten das Loch, wodurch die Axe gehet, viereckicht und nicht rundt, damit es sich nicht herum drehen lässet und demnach

Fig. 31. 3. der Axe.

desto fester an derselben hält. Die Axe CD ist oben in C, wo das Creutze befestiget wird, gleichfalls viereckig, aus eben derselben Ursache. Oben ist eine Schraube-Mutter, damit man vermittelst der Schraube L das Creutze daran befestigen kan, hinten in D ist ein Zapffen, womit die Axe auf ihrem

4. der Hülsen.

Lager auflieget. Damit das Stern-Rad über der Stange stehen bleibet und zu keiner

Fig. 33.

Seiten abweichet, werden zugleich zwey Hülsen aus Meßing M und N an die Axe gestecket, nemlich zu jeder Seite des Rades eine, welche an dem Rade von beyden Seiten anliegen, und bis an die Seiten des Lagers gehen, wo die Axe auflieget. Die Hülse bey dem Zapffen D wird mit einer Schraube O an der Axe befestiget, daß sie sich nicht wenden kan, weil daselbst die Axe eckicht ist um des Stern-Rades willen, so ein eckichtes Loch hat und von derselben Seite angestecket wird. Und deswegen hat so wohl die Hülse N ein Loch, wo die Schraube durch gesteckt wird, als auch in der Axe ist in P die Schrauben-Mutter, darein die Schraube O geschraubet wird. Das

Creutze

Creutze wird in der Mitten viereckicht gemacht, damit man es, wie schon erinnert, an der Axe befestigen kan. Es bekommet vier Armen und also die Figur eines Creutzes, damit die Bewegung bequemer wird. In den Armen sind die runden Höltzer um die Eisen, die durch sie gehen und darein sie oben verschraubet sind, beweglich, damit sie die Hand nicht so starck reiben. Zur Befestigung der Axe wird an das Förder-Blat des Kessels ein Gestelle gemacht, davon der obere Theil AB durch einen Zapffen C in ein viereckichtes Loch eingesetzet, der untere aber DE in F eine Mutter hat, dergleichen sich auch an gedachtem Blate des Kessels befindet, allwo er vermittelst einer Schraube daran befestiget wird. In H ist das Lager für die Axe der Winde: zwischen AH und DG aber kommet die Wiederlage IKLMNOPQ, welche durch den Stifft SR an dem Gestelle in V und R befestiget wird. Auf dieser Wiederlage ruhet die eiserne gezahnte Stange und wird zugleich durch einen runden an ihr befestigten Nagel oder Stifft aufgehalten, daß man den Stempel nicht so weit heraus winden kan, ob gleich der Kessel zugedecket ist, und man also nicht sehen kan, wie weit man ihn heraus windet.

Tab. IV. Fig. 26. 5. des Creutzes. 6. des Gestelles. Tab. V. Fig. 34. 7. der Wiederlage. Fig 34 35. Tab. VI. Fig. 36.

§. 73. Wie die Röhre der Lufft-Pumpe an dem Kessel befestiget wird, kan man aus

Befestigung der Röhre

an dem Kessel. Tab VI. Fig. 37.

aus der Figur des Förder-Blates urtheilen. Nehmlich in der Mitten, wo die weite Eröffnung ist, wird ein runder Reiffen angelöthet ABCD, mit 4 Muttern in A, B, C und D, wo vermittelst 4 Schrauben das Rohr angeschraubet wird. Das Förder-Blat des

Fig. 38. Kessels aber wird vermittelst des Bleches FG mit einer Schraube, wie vorhin (§. 73.) gedacht, an das Gestelle zu der Stange des Stempels in K an den höltzernen Kasten unter dem Kessel angeschraubet.

Nutzen des Kessels.

§. 74. Wenn der Stempel nicht tüchtig ist, so hält die Lufft-Pumpe nicht Lufft und deswegen hat man nöthig den Kessel mit Wasser zu füllen, damit keine Lufft dadurch zu ihm kommen kan. Allein wenn er tüchtig gemacht worden, nehmlich aus dem dicken Leder von dem Halse, welches die Gürtler bey Verfertigung der Degengehencke wegschneiden, und so mit Fett und Dele geträncket wird, wie oben beschrieben worden (§. 71.); so hat man kein Wasser im Kessel nöthig. Ich habe niemahls einigen Tropffen darein gebracht, so lange ich meine Lufft-Pumpe habe, unerachtet ich den Stempel öffters im Jahre kaum zweymahl eingeschmieret. Er dienet also nur die Lufft-Pumpe wieder den Staub zu verwahren und ihr ein besseres Ansehen zu geben. Denn wenn das Rohr horizontal lieget und mit einem Deckel von Meßing, der

sich

sich an das Rohr anschrauben lässet, und darinnen bloß eine Eröffnung für die Stange gelassen, verwahret wird; ist es eben so gut. Nur bekommet die Lufft-Pumpe nicht so grosses Ansehen: welches man einem so kostbahren Instrumente gar wohl gönnen kan.

§. 75. Ein Haupt-Theil von der Lufft-Pumpe ist der Hahn, und demnach nöthig, daß wir ihn ausführlich beschreiben. Der obere Theil AB ist eine enge Röhre, dadurch die Lufft so wohl aus der Pumpe heraus gestossen, als auch nach Befinden hinein gelassen wird. Der untere Theil BC hat die Figur eines abgekürtzten Kegels und ist oben weiter als unten, weil der Hahn so weit in eine Hülse gesetzet ist. Da er sich nun durch das viele Herumdrehen abnutzen kan; so wird er nicht auf einmahl wandelbahr, sondern gehet nach und nach tieffer hinein. Es wird aber dieser Theil mit Unschlitt über glüenden Kohlen eingeschmieret, damit er desto besser Lufft hält und sich nicht aus arbeitet. Man muß sich aber wohl in acht nehmen, daß kein Baum-Oele daran kommet, indem Meßing auf Meßing sich sehr ausarbeitet, wenn es mit Baum-Oele geschmieret ist. Der gantz unterste kleine viereckichte Theil D dienet zur Befestigung des Hahnes an der Hülse, wie wir bald deutlicher sehen werden. Nehmlich wenn man den Conischen Theil des Hahnes BC

Beschaffenheit des Hahns. Tab. VI. Fig. 39.

Figur des Hahnes.

Wie er eingeschmieret wird.

Tab. VI. Fig. 40.

Wie er an der

in

Hülse befestiget wird.

in die Hülse HI hinein gesetzet, daß der unterste kleine viereckichte Theil D unten in I hervor gehet, so wird der platte Ring K, der mitten ein viereckichtes Loch hat, angestecket und ein lederner Ring, der mit Unschlitt voll getränckt worden, darzwischen gelegt, nach diesem aber durch die Schraube L, die man in die Mutter in D einschraubet, angezogen. Es ist aber der untere Conische Theil des Hahnes BC auf zweyerley Weise durchbohret. Erstlich gehet das Loch F von der andern Seite wieder heraus, damit dadurch die Lufft aus der Röhre NM in die Lufft-Pumpe und aus dieser in dieselbe Röhre kommen kan, wenn man den Hahn dergestalt wendet, daß das eine Loch F an der Röhre N, das aber von der anderen Seite an der Röhre M zu stehen kommet. Darnach ist das Loch E schräge hinauf bis in die Röhre BA gebohret, damit dadurch die Lufft aus der Pumpe durch die Röhre BA kan hinaus gestossen, wenn es gegen die Röhre M stehet, oder auch durch die Röhre AB in die Röhre N und die weiter mit ihr vereinigten Gefässe kan eingelassen werden, wenn es an der Röhre M zu stehen kommet. Oben auf die Hülse wird der kleine hohle meßingene Cylinder N mit einer breiten Platte geleget, damit man das Futteral PQ über den Hahn AB bequem decken und damit denselben nach Belieben

Fig. 39. 40. Wie er durchbohret.

Wie er gewendet wird. Tab. VI. Fig. 36, 41.

lieben wenden kan, wie man will. Die Röhre AB im Hahne wird mit dem Stöpsel RS zugestopfft, daß keine Lufft von aussen in den Hahn kommen kan, als wenn man es verlanget. Und damit man ihn nicht verlieret, auch im Gebrauch jederzeit bey der Hand hat, indem man immer nach einander bald damit zustopffen, bald ihn heraus ziehen muß, so wird er mit einem Kettlein an das Futteral des Hahnes feste gemacht. 39. Wie er verstopffet wird.

§. 76. Wenn man sich in das Auspumpen der Lufft finden will, so muß man hauptsächlich wohl darauf acht haben, wie der Hahn durchbohret ist. Das Futteral PQ muß einmahl so wie das andere aufgesetzet werden, damit man im Wenden nicht irre wird. Die Bequemlichkeit erfordert es, daß PO mit den quer durch gebohreten Löchern F parallel zu stehen kommet. Mit der Schraube O wird die Hülse an das Rohr der Lufft-Pumpe geschraubet und solchergestalt der Hahn an die Lufft-Pumpe befestiget. Hingegen in N wird die Röhre AB eingeschraubet, darauf in C die Gefässe geschraubet werden, die man auspumpen will, oder auch der Teller, darauf man die Gefässe setzet, die man auspumpen soll. Vorsichtigkeit im Gebrauche. Fig. 40. Tab. VI. Fig. 40. Tab. VII. Fig. 42.

§. 77. Damit man ohne Gefahr grosse und schweere Gefässe in C aufschrauben kan, so wird die Röhre folgender gestalt befestiget. Auf das Bret, darauf man die Lufft-Pumpe Was zu Befestigung der auszuleerenden

Gefässe dienet. Tab. VII. Fig. 43 44.

Pumpe feste gemacht, wird die Röhre BE fest geschraubt und darein die Hülse HI mit dem Dorne IK gesteckt. Damit sie nicht wancken kan, so wird gedachter Dorn IK mit der Stell-Schraube L, so man in die Mutter G hinein schraubet, befestiget. Hierauf stösset man das eine Ende N der

Fig. 45 42. Gabel MN durch die Hülse HI und schiebet den Förder-Theil M gegen die Röhre AB bis sie die Schraube S fasset. Alsdenn wird oben auf der Hülse eine Stellschraube eingeschraubet, damit die Gabel nicht wan-

Fig. 46. cken kan. Und endlich wird die Mutter Q in die Schraube S eingeschraubet, damit die Röhre AB von der Gabel NM feste gehalten wird.

Verwahrung wieder Lufft.

Ueberall, wo ein Theil an den andern geschraubet wird, dadurch Lufft in die Pumpe kommen kan, wird ein lederner Ring geleget, den man mit Unschlitt voll geträncket, damit er Lufft hält.

Wie man die Lufft-Pumpe auf die Probe stellet.

§. 78. Und also haben wir die Lufft-Pumpe nach allen ihren Theilen kennen lernen. Es ist aber noch übrig, daß ich auch zeige, wie man sie auf die Probe stellet, ob irgendswo von aussen Lufft hinein dringen kan, oder nicht. Man ziehet zu dem Ende den Stempel bey verschlossenem Hahne heraus und hält ihn auf, daß er nicht wieder zurücke lauffen kan. Wenn man ihn nun nach einiger Zeit wieder hinein windet, oder von sich selbst hinein lauffen lässet, und er

gehet

gehet bis an den Boden gantz hinein; so siehet man, daß keine Lufft in die Pumpe hinein kommen kan, weder durch den Hahn, noch bey dem Stempel. Will man nun ferner wissen, ob sie auch hinten bey der Röhre und dem Teller wohl verwahret ist, oder nicht; so darf man nur die Röhre oben in C zuschrauben, den Hahn dergestalt wenden, daß die Röhre AB mit der Pumpe Communication hat, und die Lufft aus derselben Röhre auspumpen, nach diesem wie vorhin den Stempel von neuem heraus ziehen und eine Weile zurücke halten, damit man abermahls inne werde, ob die Lufft hinein kommen kan, oder nicht. Denn wenn im ersten Falle keine hinein kommen, hingegen jetzund einige hinein dringet; so ist gewiß, daß der Fehler in der Röhre AB hinter dem Hahne stecke. Tab. VII. Fig. 42.

§. 79. Will man nun eigentlich den Ort wissen, wo die Lufft durchkommen kan; so ziehet man in die Lufft-Pumpe Wasser und, nachdem man entweder den Hahn verschlossen, oder hinten die Röhre verstopfft, presset man das Wasser so gewaltig, als man kan: wenn dieses geschiehet, dringet das Wasser dadurch, wo die Lufft hinein gehet. Wenn wir nach diesem Versuche mit der Lufft-Pumpe anstellen werden; so werden sich noch andere Proben an die Hand geben, von denen wir hier noch nichts reden können. **Wie man den Ort entdecket, wo die Lufft durchdringet.**

Das 5. Capitel.

Von den Eigenschafften und Würckungen der Lufft.

§. 80.

Wie die Lufft ausgepumpet wird und daß sie eine ausdehnende Krafft hat. Tab. VII. Fig. 47.

SOben in den Knopf A einer gläsernen Glocke wird ein Hacke G mit Gyps eingegossen, damit man etwas darein hängen kan. Wenn man nun dergleichen Glocke bey der Hand hat; so nehme man eine Lamms- oder Schöpsen-Blase, oder auch in Ermangelung derselben eine Schweins-Blase, lasse nur gantz wenig Lufft darinnen, binde sie mit zartem Bindfaden oben an dem Halse feste zu, damit keine Lufft heraus kommen kan, und hänge sie unter die Glocke an den Hacken G.

Wie die Glocke auf den Teller feste aufgesetzt wird.

Auf den Teller der Lufft-Pumpe wird ein Leder geleget, dergleichen die Weißgerber auszuarbeiten pflegen, entweder von der Art, wie zu Collerten gebraucht wird, oder auch von anderer, wie die Orgelmacher brauchen. Es wird aber das Leder vorher im Wasser eingeweichet, daß es durchaus naß wird. Hierauf setzet man die Glocke und drucket sie anfangs mit der Hand ein wenig an; so lässet sich die Lufft aus der Glocke auspumpen.

Veränderungen der Blase unter dem

Indem ich dieses that, so spürete man gleich bey dem ersten Zuge, daß die Blase ein wenig aufgeblasen ward. Bey dem

dem anderen Zuge ward sie noch mehr aufgeblasen: bey dem dritten noch mehr, und so immer fort, bis endlich zuletzt die Blase gantz aufgeblasen war, als sich keine Lufft mehr auspumpen liesse. Unerachtet zuletzt die Blase sich immer mercklicher aufblies, so pumpete sich weniger Lufft heraus. Nehmlich anfangs gieng viel Lufft auf einen Zug heraus, darnach immer weniger, bis zuletzt gar nichts mehr heraus gieng. Blase beym Auspumpen.

Weil in der Blase nichts ist als die Lufft, welche man darinnen gelassen, da sie zugebunden ward; so kan auch die Blase nichts anders aufblasen als eben diese Lufft. Soll nun die eingeschlossene Lufft die Blase aufblasen, so muß sie sich durch einen weiteren Raum ausbreiten. Es geschiehet aber solches, indem die äussere Lufft weggepumpet und dadurch bloß Raum gemachet wird, und demnach muß in der Lufft eine stete Bemühung seyn sich durch einen grössern Raum auszubreiten. Was die Blase aufbläset.

Da nun dergleichen Bemühung eine ausdehnende Krafft genennet wird; so ist dadurch klar, daß die Lufft eine ausdehnende Krafft hat und vermöge derselben sich weiter ausbreitet, wenn sie nur einen Raum findet, da ihr nichts wiederstehet. Man erkennet leicht, daß die Lufft in der Glocke eben dergleichen Krafft haben muß, als die in der Blase, und kan dadurch begreiffen, wie es möglich ist sie Ausdehnende Krafft der Lufft.

Tab. IV. Fig. 26.

auszupumpen. Nemlich wann der Stempel DE heraus gezogen wird; so ist der Raum in dem Rohre AB, so weit er heraus gezogen worden, von Lufft leer. Derowegen wenn man den Hahn HI dergestalt wendet, daß die Lufft aus der Glocke auf dem Teller PQ durch die Röhre LF in das Rohr AB kommen kan; so muß sie sich ausbreiten und den leeren Raum in dem Rohre zugleich mit erfüllen. Die Lufft also, welche anfangs den Raum in der Glocke einnahm, nimmet jetzund den Raum der Glocke und des Rohres, so weit als der Stempel heraus gezogen worden, zugleich ein. Und also gehet ihr so viel ab, als in das Rohr getreten; die aber in der Glocke zurücke bleibet, wird nur dünner. Wenn man nun die Lufft aus dem Rohre AB heraus gestossen (§. 76.), und den Stempel von neuem heraus ziehet, auch den Hahn gehöriger Weise eröffnet (§. cit.); so breitet sich die Lufft im Glase abermahl aus und erfüllet zugleich mit den leeren Raum im Rohre AB. Und auf solche Weise wird die Lufft in der Glocke abermahls dünner. Woraus erhellet, daß die Lufft immer dünner wird; so lange sich etwas heraus pumpen lässet. Damit wir dieses uns deutlicher vorstellen mögen und zugleich den Grund von denen besonderen Umständen, die bey der Auspumpung angemercket worden, finden können; so wollen wir setzen, der

Wie es möglich ist, die Lufft auszupumpen.

Die Auspumpung durch nach und nach sich ereignende

Raum

Raum im Rohre, wo der Stempel herausgezogen, sey so groß wie der in der Glocke. In diesem Falle ist klar, daß das erstemahl die Helffte der Lufft ausgepumpet wird und die Lufft nur halb so dünne ist, als sie anfangs war. Weil nun bey dem andern Zuge die halbe Lufft, so in der Glocke noch übrig ist, sich wiederum durch einen doppelten Raum ausbreitet; so bleibet nur der vierdte Theil von derjenigen, die zu Anfange darinnen war, in der Glocke zurücke und wird die Lufft viermahl so dünne, als sie im Anfange war. Es gehet aber durch den andern Zug nur der vierdte Theil Lufft heraus von derjenigen, die anfangs darinnen war, und demnach nur halb so viel als im ersten Zuge. Eben so erhellet, daß in diesem Falle bey dem dritten Zuge nur der achte Theil heraus gehet und noch ein Achtel zurücke bleibet, die Lufft unter der Glocke aber acht mahl so dünne ist. Weil nun denen Zügen in der Ordnung die Glieder dieser Geometrischen Progreßion

Verdünnung wird deutlich erwiesen.

$$\frac{1}{2}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{1}{16}\ \frac{1}{32}\ \frac{1}{64}\ \frac{1}{128}\ \frac{1}{256}\ \frac{1}{512}$$

u. s. w. zukommen, so darf man unter diese Reihe Zahlen nur die Zahlen in ihrer natürlichen Ordnung 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. u. s. w. schreiben, und alsdenn erhellet, daß im vierdten Zuge der sechzehende Theil, im fünfften der zwey und dreyßigste, im sech-

sten der vier und sechzigste, im siebenden der hundert und acht und zwantzigste Theil von derjenigen zurücke bleibet, die im Anfange darinnen war, und solchergestalt nach sieben Zügen die Lufft hundert und acht und zwantzig mahl so dünne ist, als sie im Anfange war. Wenn der Raum in dem Rohre, so weit der Stempel heraus gewunden wird, zweymahl so groß ist als das Gefässe, so ausgeleeret wird, so gehen jederzeit zwey Drittel von der Lufft, die im Gefässe ist, aus dem Gefässe heraus und eines davon bleibet nur zurücke, folgends wird die Lufft bey jedem Zuge dreymahl so dünne als sie vorher war. Und demnach stellet den Rest der Lufft nach jedem Zuge folgende Reihe der Zahlen vor $\frac{1}{3.}$ $\frac{1}{9.}$ $\frac{1}{27.}$ $\frac{1}{81.}$ $\frac{1}{243.}$ u. s. w. Woraus erhellet, daß nach zwey Zügen nur der neundte, nach fünf Zügen nur der 243ste Theil von der ersten Lufft unter der Glocke auf dem Teller zurücke geblieben. Wenn der Raum in dem Rohre der Lufft-Pumpe nur so groß wie der unter der Glocke war; so wurde nach acht Zügen erst die Lufft unter der Glocke der 256tzigste Theil von der ersten. Und also kan man mit der Lufft-Pumpe, die noch einmahl so groß ist, als die andere in gegenwärtigem Falle fast drey Züge ersparen. Und siehet man

hier-

hieraus, daß mit einer groſſen Pumpe auf weniger Züge die Lufft in dem Gefäſſe, welches man ausleeren will, ſo dünne gemacht wird, als mit einer kleineren in vielen Zügen erſt geſchiehet. Unterdeſſen da in gegenwärtigem Falle mit einer Lufft-Pumpe, deren Rohr zweymahl ſo groß als der anderen, doch gleichwohl nicht mehr ausgerichtet wird, als daß kaum drey Züge in ſieben erſparet werden, und gleichwohl gewiß, daß, wenn das Rohr zweymahl ſo groß, es entweder länger oder weiter ſeyn muß, und alſo im erſten Falle zweymahl ſo lange bey jedem Zuge zu winden, im andern Falle aber eine gröſſere Krafft zu winden anzuwenden iſt: ſo kan man hieraus ſchon einiger Maſſen begreiffen, daß man durch die Gröſſe der Lufft-Pumpe öffters wenig, oder gar nichts gewinnet, und dannenhero eine gröſſere nicht ſchlechterdinges einer kleineren vorzuziehen. Man ſiehet aber auch hieraus gantz klar und deutlich, daß im Auspumpen anfangs viel Lufft auf einen Zug heraus gehet, nach dieſem aber immer weniger. Denn z. E. im erſten Falle gieng auf den erſten Zug die halbe Lufft heraus, auf den andern nur $\frac{1}{4}$ von der erſten, auf den ſiebenden gar nur $\frac{1}{256}$: im andern Falle hingegen werden auf den erſten Zug $\frac{2}{3}$, auf den andern nur $\frac{2}{9}$ und auf den fünfften nur $\frac{2}{243}$ von der erſten

Warum eine groſſe Lufft-Pumpe nicht ſchlechterdinges einer etwas kleineren vorzuziehen.

Warum nach und nach immer weniger Lufft ausgepumpet wird.

Warum wenige Lufft die Blaſe immer mehr aufbläſet.

Lufft heraus gezogen. Unterdeſſen ſiehet man ferner hieraus, daß im erſten Falle die Lufft ſich bey dem nachfolgenden Zuge durch noch einmahl einen ſo groſſen Raum ausbreitet, als bey dem vorhergehenden; in dem anderen hingegen bey dem nachfolgenden Zuge einen dreymahl ſo groſſen Raum einnimmet, als bey dem vorhergehenden. Und demnach iſt klar, daß im Anfange die Blaſe wenig aufgeblaſen wird, hernach aber immer mehr, ob gleich immer weniger Lufft heraus gepumpet wird. Aus dieſem allem erhellet zur Gnüge, daß es mit der Auspumpung der Lufft gantz anders beſchaffen ſey als mit der Auspumpung des Waſſers oder einer anderen flüßigen Materie, die bloß ſchweer iſt, weil nehmlich die Lufft eine ausdehnende Krafft hat. Wenn eine flüßige Materie bloß ſchweer iſt, aber keine ausdehnende Krafft hat; ſo gehet einmahl ſo viel heraus als das andere und wird jedesmahl oben ſo viel Raum in dem Gefäſſe, welches man auspumpet, leer als auf einmahl heraus gepumpet wird. Und alsdenn hat eine groſſe Pumpe einen groſſen Vorzug für der kleineren: aber dieſes findet nicht bey der Lufft ſtat, wie wir geſehen haben. Unterdeſſen werden wir doch unten finden, daß einige Verſuche eine behende Verdünnung der Lufft erfordern und dieſelben gehen in gar zu kleinen nicht von ſtatten.

Unterſcheid der Auspumpung der Lufft und des Waſſers.

§. 81.

§. 81. Wenn wir die Umstände des vorigen Verſuches mit Bedacht erwegen, ſo werden wir auch wahrnehmen, wie die ausdehnende Krafft der Lufft ab- und zunimmet, nachdem ſie dünner oder dichter gemacht wird. Da die Lufft in der Blaſe eine ſtete Bemühung hat ſich durch einen gröſſeren Raum auszubreiten und ſolches doch nicht eher geſchiehet, bis die äuſſere Lufft weggepumpet wird (§. 80.); ſo muß die äuſſere Lufft ihr wiederſtehen, daß ſie ſich nicht weiter ausbreiten kan, und alſo durch ihre Krafft ſo viel zurücke drucken, als die Lufft von innen auf die Blaſe und dadurch auf die äuſſere Lufft drucket. Man ſiehet auch freylich anfangs keinen Grund, warum die eingeſchloſſene Lufft nicht eben ſo viel drucken ſolte als die äuſſere, ſondern entweder mehr oder weniger, weil ſie in allem mit der äuſſern einerley iſt. Wenn etwas Lufft ausgepumpet wird, machet ſie keinen Raum von Lufft gantz leer, ſondern wird nur dünner und iſt die Blaſe, wie vorhin gantz mit Lufft umgeben, jedoch mit einer dünneren. Da nun alsdenn die Lufft in der Blaſe ſich durch einen gröſſern Raum auszudehnen beginnet; ſo kan ihr die Lufft von auſſen, nachdem ſie dünner worden, nicht mehr ſo viel wiederſtehen, als da ſie dichter war, und ſolchergeſtalt muß ihre ausdehnende Krafft dadurch abgenommen haben, daß ſie dünner

Wie die ausdehnende Krafft der Lufft abnimmet, je dünner ſie wird.

worden ist. Weil demnach die äussere Lufft der in der Blase immer weniger wiederstehet, je dünner sie wird, so muß auch ihre ausdehnende Krafft durch die Verdünnung beständig abnehmen. Wenn man von aussen in die Glocke ein wenig Lufft hinein lässet, jedoch weniger als man heraus gepumpet; so muß diese Lufft vermöge ihrer ausdehnenden Krafft sich durch die gantze Glocke ausbreiten und dadurch diejenige, so noch nicht heraus gepumpet war, dichter werden. Man siehet aber, daß alsdenn die Blase wieder zusammen fället und daher die Lufft darinnen in einen engeren Raum gebracht wird. Derowegen ist klar, daß die Lufft, indem sie etwas dichter worden, als sie vorher war, wieder stärcker drucket und folgends ihre ausdehnende Krafft dadurch vermehret worden, daß sie dichter worden ist. Wir können demnach hier diesen Satz mercken. Die ausdehnende Krafft der Lufft wird geringer, wenn sie dünner wird; 2. stärcker, wenn sie dichter wird, und 3. Lufft, die dichter ist, drücket stärcker als andere die dünner ist.

Wie sie dadurch zunimmet, daß die Lufft dichter wird.

Sätze von der Lufft.

§. 82. Daß die Schweere der Lufft sehr geringe ist, haben wir zwar schon oben gesehen (§. 47.): jedoch da wir hier noch nicht die Verhältniß der Schweere zu der ausdehnenden Krafft bestimmen können, so lässet sich auch nicht zeigen, ob man bey Aus-

Ob die Schweere bey dem Auspumpen der Lufft was beytrage.

Auspumpung der Lufft gar nicht auf die Schweere, sondern einig und allein auf die ausdehnende Krafft zu sehen habe. Ehe sich nun dieses beweisen lässet, so habe ich es bloß durch einen Versuch ausmachen wollen, den schon längst bey einer gegebenen Gelegenheit anderswo (a) beschrieben. Ich habe eine Röhre AB aus Meßinge verfertigen lassen, unten mit einer Schraube C, so hoch als die Glocke, welche ich ausleeren wolte. Es war aber die Glocke inwendig im Lichten bis an den Knopff 74 L. hoch und im Diameter 45 L. weit. Diese Röhre habe ich auf die Lufft-Pumpe geschraubet und nachdem ich den Stempel heraus gezogen, auch die Lufft aus der Glocke durch den eröffneten Hahn in das Rohr der Lufft-Pumpe gelassen, den Stempel nicht allein wieder zurücke lauffen lassen, so viel er gewolt, sondern auch ein wenig nachgestossen, bis die innere Lufft in dem Rohre mit der äusseren einerley Dichtigkeit gehabt: welches daraus wahrzunehmen gewesen, wenn bey einiger Eröffnung des Stöpsels auf dem Hahne weder von aussen einige Lufft in die Pumpe hinein, noch aus ihr heraus gedrungen und dadurch einiges Geräusche verursachet. So bald die Lufft in dem Stande gewesen, habe ich gemercket, wie viel Zähne von der Stan-

Tab. VII. Fig. 48.

Besonderer Versuch dazu.

(a) in Actis Erud. 1714. p. 14.

Stange, daran der Stempel befestiget, ausser der Lufft-Pumpe frey geblieben. Dieses habe ich bey allen Zügen gethan und achte nicht nöthig erst dieses hieher zu setzen, weil die Sache, so durch den Versuch behauptet wird, unten ohne dem durch einen deutlichen Beweis soll bestetiget werden. Nach diesem habe ich die Röhre ABC wieder abgeschraubet und die gläserne Glocke bloß darüber gesetzet, daß die Lufft gleich durch das Loch in der Mitte des Tellers in die untere Röhre der Lufft-Pumpe kommen können. Hier habe ich abermahls bey jedem Zuge wie vorhin auf das sorgfältigste angemercket, wie viel Zähne von der Stange heraus bleiben, nachdem die in dem Rohre enthaltene Lufft so dichte wie die von aussen gemacht worden. Als ich nun gegen einander gehalten, was in beyden Fällen angemercket worden; so habe es völlig einerley befunden. Nun ist klar, daß im ersten Falle, wo die Röhre gebraucht wird, die Lufft sich bloß durch die ausdehnende Krafft auspumpen lässet; hingegen im andern Falle, wo die Röhre weg ist, auch die Schweere die Lufft in das Rohr treiben kan. Unterdessen da sich in beyden Fällen kein Unterscheid befindet, so ist klar, daß man auf die Schweere der Lufft bey ihrer Auspumpung gar nicht zu sehen hat, sondern vielmehr, da sie keine merckliche Veränderung machet, es

eben

eben ſo viel iſt, als wenn ſie gar nicht da wäre. Man kan auch einiger Maſſen aus der ausdehnenden Krafft der Lufft begreiffen, daß die Schweere bey ihrer Auspumpung gar nichts thun kan. Denn wenn die Lufft in das Rohr der Pumpe nicht allein durch die ausdehnende Krafft, ſondern auch durch die Schweere getrieben würde, und es wäre z. E. im Rohre, ſo weit der Stempel heraus gewunden worden, ſo viel Raum, wie unter der Glocke auf dem Teller; ſo würde mehr Lufft in dem Rohre der Pumpe ſeyn, als unter der Glocke. Da nun im Rohre mehr Lufft einen ſo groſſen Raum erfüllete, als unter der Glocke auf dem Teller; ſo müſte auch die Lufft im Rohre dichter als die unter der Glocke ſeyn. Derowegen weil ſie auch mehr Krafft haben müſte zu drucken, als die unter der Glocke (§. 81.); ſo würde ſie ſich vermöge ihrer ausdehnenden Krafft dahin auszubreiten ſuchen, wo ſie weniger Wiederſtand findet, als ſie drucket (§. 80.). Wenn gleich demnach etwas Lufft durch die Schweere aus dem Glaſe herunter fiele; würde es doch bald durch die ausdehnende Krafft wieder zurücke getrieben werden. Daß dergleichen nicht geſchiehet, kan das vorhergehende Experiment mit der Blaſe ausweiſen (§. 80.). Denn ſo bald die Lufft aus der Glocke heraus fähret, dehnet ſich auch die innere

Beweis aus der Natur der ausdehnenden Krafft.

Wird durch die Erfahrung beſtetiget.

nere in der Blase aus. Wenn demnach durch die Schweere ein mercklicher Theil herunter fiele, würde auch, indem sie hinaus fället, die in der Blase sich weiter ausdehnen als geschehen könte, woferne sie sich durch die ausdehnende Krafft allein unter der Glocke verdünnete. Nun ist aber bekandt, wenn man unter die Glocke, nachdem die Lufft daselbst verdünnet worden, auch nur ein wenig Lufft von aussen durch den Hahn wieder hinein lässet, indem man den Stöpsel nur gantz wenig heraus ziehet, die Blase so gleich wieder ein wenig einfället. Derowegen wenn die Lufft im Rohre durch ihre ausdehnende Krafft unter die Glocke wieder zurücke triebe, was zu viel durch die Schweere heraus gegangen wäre; so müste gleichfalls die Blase wieder ein wenig einfallen. Allein ob man gleich den Hahn nicht bald verschliesset, sondern eine lange Zeit die Communication der Glocke mit dem Rohre der Pumpe frey lässet, so wird man doch nicht finden, daß die Blase wieder in etwas einfället, woferne nur nicht irgendswo Lufft von aussen hinein dringen kan. Derowegen hat man keine Ursache zu sagen, daß auch ein mercklicher Theil Lufft durch die Schweere aus dem Gefässe in die Pumpe fiele, nach Art des Wassers oder einer andern flüßigen Materie, die bloß eine Schweere, aber keine ausdehnende Krafft hat.

Erinnerung.

hat. Ob es demnach gleich etwas schweer hält gegenwärtigen Versuch anzustellen, indem es eine Geschicklichkeit erfordert, die man durch viele Uebungen erst erhalten kan, wenn man die ausgepumpete Lufft durch den zurücke gestossenen Stempel so starck zusammen drucken soll, als die äussere zusammen gedrucket ist; so darf man doch an der Richtigkeit, wie er von mir angestellet worden, nicht im geringsten zweiffeln. Wenn viel daran gelegen wäre, daß man es auf eine leichtere Art zeigete, wo man weniger zu besorgen hätte, daß nicht etwan ein Versehen vorgienge; so könte ich wohl noch andere Versuche angeben, dargegen man nichts einzuwenden hätte. Und will ich auch nach diesem an seinem Orte dergleichen zum Ueberflusse beybringen.

Wie sehr die Lufft sich ausbreitet. Blase wird durch wenige Lufft aufgeblasen.

§. 83. Damit man aber besser erkennen möchte, wie viel die Lufft, woferne sie nur Raum hat, sich ausbreitet; so habe aus einer Schweins-Blase alle Lufft heraus gedruckt, auch mit den Fingern heraus gestrichen, so viel nur hat heraus gehen wollen, dergestalt daß nichts zurücke geblieben, als was sich hin und wieder zwischen denen starck zusammen gedruckten Falten aufhalten können. Diese Blase habe ich abermahls fest zugebunden und sie unter der Glocken an dem daselbst befestigten Hacken aufgehangen. Als ich die Lufft ausgepumpet,

pet, hat man anfangs kaum gemercket, daß sich etwas darinnen gereget. Nach diesem hat sie sich immer weiter aufgeblasen, jedoch habe ich sie nicht völlig aufgeblasen bekommen können, wie vorher geschahe, da etwas Lufft darinnen geblieben war. Da man nun leicht erachten kan, wie sehr wenig Lufft sich zwischen denen durch das Abstreiffen zusammen gedruckten Falten aufhalten kan; so siehet man auch aus gegenwärtigem Versuche, daß sich die Lufft durch einen sehr grossen Raum ausbreiten kan, wenn sie nur darinnen keinen Wiederstand findet. Man hat auch hier zu bedencken, daß einige Krafft erfordert wird die Blase auszudehnen und aufgeblasen zu erhalten: woraus erhellet, daß wenn die Blase der Ausbreituug der Lufft gar nicht entgegen wäre, sie sich noch vielmehr ausbreiten würde, als man in der Blase siehet. Sonst ist bey diesem Versuche sehr merckwürdig, daß die Blase sich noch immer weiter und zwar zusehende ausgebreitet hat, ob man gleich gar nicht mehr verspüret, daß etwas Lufft weiter herausgienge. Woraus denn klar ist, daß sich noch eine gute Weile Lufft auspumpen lässet, ob gleich keine mehr durch den Stempel, der bis auf den Boden anstösset, in dem Rohre nach geschehener Auspumpung entdecket werden kan.

Daß sich die Lufft sehr ausbreiten kan.

Erinnerung.

§. 84. Weil man aber doch nicht eigentlich

Es wird noch fer-

lich weiß, was für Lufft zwiſchen den Falten einer Blaſe, daraus mit Macht die Lufft heraus gedruckt, auch ſo gar mit den Fingern heraus geſtreiffet worden, ſich verhalten kan; ſo habe ich ſolches noch durch einen andern Verſuch klärer zeigen wollen. Nachdem ich aus einer groſſen Rinds-Blaſe alle Lufft auf das ſorgfältigſte heraus gedruckt und geſtreiffet, habe ich ein kleines Gläßlein mit einem engen Halſe feſt daran gebunden. Ich habe ein Gläßlein genommen, darinnen man Tropffen in der Artzney zu verwahren pfleget. Als ich die Lufft unter der Glocke weggepumpet; ſo hat die wenige Lufft im Gläßlein ſich ſo ſtarck ausgebreitet, daß davon die groſſe Blaſe gantz und gar aufgeblaſen worden. So bald ich wieder Lufft von auſſen unter die Glocke gelaſſen, iſt die Blaſe wieder zuſammen gefallen und hat ſich die Lufft in das Gläßlein zuſammen gezogen. Wenn man ſonderlich im Anfange darauf acht gegeben; ſo hat man aus der Bewegung der Blaſe gar deutlich ſehen können, daß die Lufft, dadurch die Blaſe aufgeblaſen wird, aus dem Gläßlein heraus kommet.

ner gezeiget, wie wenige Lufft die Blaſe aufbläſet.

§. 85. Man findet zwar keine Urſache, warum man einigen Argwohn ſchöpffen ſolte, ob vielleicht auch wohl aus einer andern Urſache geſchähe, was wir der ausdehnenden Krafft der Lufft zuſchreiben: unterdeſſen iſt gleichwohl gewiß, daß, wo Leu-

Daß die Lufft die wahre Urſache von der Aufſchwellung der Blaſe ſey.

te mit Vorurtheilen eingenommen sind, sie ihren eigenen Augen nicht trauen, absonderlich wenn ihr Vorurtheil durch das Ansehen eines Mannes unterstützet wird. Derowegen weil sich einige eingebildet, es werde vielleicht die Blase durch eine Krafft ausser der Blase in dem ausgeleereten Raume an sich gezogen; so habe vor nöthig erachtet, um allen alles zu werden, auch diesen Zweiffel durch die Umstände des gegenwärtigen Versuches selbst zu benehmen, damit bey denen Gründen kein Zweiffel übrig bliebe, die wir inskünfftige in Erklärung der Natur und der Kunst gebrauchen wollen. Wenn man acht giebet, wie sich die Blase aus einander giebet, wenn die Lufft ausgepumpet wird, darinnen sie hänget; so siehet man augenscheinlich, daß es eben auf solche Art geschiehet, als wenn man von aussen Lufft hinein bläset. Und wird dadurch ein jeder, der beyde Fälle gegen einander hält, inne werden, es zeige sich hier nichts, was einen zweiffelhafft machen könte, ob die Blase von einer inwendig zunehmenden flüßigen Materie aus einander getrieben werde. Vielmehr wird es ihm lauter Schwierigkeiten machen, wenn er sich nur einbilden soll, wie die Blase so aus einander gehen soll, als bey Auspumpung der Lufft unter der Glocke geschiehet, indem sie etwas rings herum von aussen nach einander entgegen gesetzten

Rich-

Richtungen ziehet. Allein es ist nicht nöthig sich in diese undeutliche Weitläufftigkeiten einzulassen. Es ist ein anderer Umstand vorhanden, der die Sache deutlich zeiget. Wenn Lufft in der Blase enthalten ist, so bläset sie sich geschwinder auf, als wenn fast keine darinnen zu finden, sondern nur was weniges sich innerhalb ihren Falten verhält. Ja im ersten Falle kan die Blase gantz starck aufgeblasen erscheinen, ob gleich noch viel Lufft unter der Glocke befindlich ist: hingegen im andern Falle mag man die Lufft so reine auspumpen, als sich nur immer thun lässet, so wird doch die Blase nicht völlig aufgeblasen, sondern es bleiben noch hin und wieder einige Gruben eingedruckt, und oben, wo sie gebunden ist, einige Falten übrig, als wie zu geschehen pfleget, wenn man zu wenig Lufft hinein bläset. Woferne nun nicht die Lufft in der Blase sie aus einander triebe, sondern sie vielmehr durch eine verborgene Krafft, die sich in dem von der Lufft ausgeleereten Raume befindete, aus einander gezogen würde; so würde die Blase einmahl wie das andere aufschwellen, es möchte Lufft darinnen seyn, oder nicht, jedoch immer mehr, je mehr ausgepumpet wird. Dieses könte genung seyn den Ungrund des Zweiffels zu heben. Allein ich habe zum Ueberflusse noch durch einen besondern Versuch zeigen wollen, daß

Es wird aus besonderen Umständen erwiesen.

Und durch einen besonderen

Versuch bestetiget.

die Blase allerdings von der eingeschlossenen Lufft aus einander getrieben, keinesweges aber durch eine andere auswärtige Krafft aus einander gezogen werde. Ich habe eine Schweins-Blase genommen, etwas Lufft hinein geblasen, und sie oben feste zugebunden, auch damit den vorigen Versuch wiederhohlet (§. 83.), auf daß man versichert seyn möchte, es verhalte sich jetzt mit der Blase alles wie vorhin. Nachdem dieses geschehen, habe ich mit einer grossen Nadel ein Löchlein unweit dem Orte, wo sie gebunden war, in die Blase gestochen und sie wiederum unter die Glocke aufgehänget. So bald der Stempel aus der Lufft-Pumpe heraus gezogen war, öffnete ich den Hahn, damit die Lufft aus der Glocke in das Rohr treten konte. Und siehe anfangs fieng die Blase, wie vorhin, da kein Löchlein daran war, aufzuschwellen: bald aber fiele sie wieder ein. Als man zu pumpen fortfuhr, begonnte zwar auf jeden Zug die Blase anzufangen aufzuschwellen, aber sie fiel allzeit wieder zusammen, und war es nicht möglich es dahin zu bringen, daß sie wie vorhin, da kein Löchlein daran war, aufgeblasen ward. Unerachtet aber dieselbe ein wenig mehr aufgeschwollen war, als vorher, da sie unter die Glocke gehänget ward und man noch keine Lufft weggepumpet hatte; so fiel sie doch mehr zusammen, da wiederum Lufft unter die

die Glocke gelaſſen ward, als ſie vorher eingefallen war, wie man ſie darunter brachte. Weil nun die Blaſe nach vollendetem Verſuche mehr eingefallen iſt, als vorher, ehe man ſie unter die Glocke bringet und die Lufft um ſie herum wegpumpet; ſo ſiehet man zur Genüge, daß nun weniger Lufft als im Anfange darinnen ſeyn muß und ſolchergeſtalt wehrenden Verſuches durch das Löchlein Lufft aus der Blaſe heraus gegangen ſey. Durch das enge Löchlein kan die Lufft nicht ſo geſchwinde aus der Blaſe heraus treten, als die aus der Glocke in das Rohr der Lufft-Pumpe fähret und deswegen wird die Blaſe anfangs aufgeblaſen, wenn die Lufft um ſie herum dünner wird. Indem aber die Blaſe der ausdehnenden Krafft der Lufft innerhalb derſelben wiederſtehet, maſſen ein jeder Cörper der Bewegung wiederſtehet (§. 36.): ſo kan auch die Lufft in der Blaſe nicht ſo dünne werden, als wie auſſer ihr unter der Glocke. Derowegen da die dichtere Lufft ſtärcker drucket als die dünnere (§. 81.); ſo muß die äuſſere der inneren bey dem Löchlein weichen, und fähret ſolchergeſtalt ein Theil der Lufft aus der Blaſe heraus. Weil nun hierdurch die Lufft unter der Glocke etwas dichter wird und hingegen die in der Blaſe etwas dünner; ſo drucket die unter der Glocke ſtärcker auf die Blaſe, als die in der Blaſe entgegen drucken

Grund deſſen, was ſich bey dem Verſuche ereignet.

cken kan und also fället die Blase etwas zusammen, bis die in der Blase und aussen um dieselbe unter der Glocke gegen einander gleich starck drucken. Derowegen da gegenwärtiger Versuch zeiget, daß die Blase in der verdünneten Lufft nicht so aufschwellen kan wenn die Lufft aus ihr heraus fähret, als wenn sie darinnen eingeschlossen verbleibet; so wird ein jeder erkennen, daß die eingeschlossene Lufft, indem sie sich ausbreitet, die Blase aus einander treibet, keinesweges aber dieselbe von einer Krafft in dem von der Lufft entleereten Raume unter der Glocke aus einander gezogen werde.

Versuch, so das noch deutlicher zeiget, was zu erweisen.

Damit man noch deutlicher sehen möchte, daß in dem Falle, da die Blase ein kleines Löchlein hat, die Lufft heraus gehet und sie daher nicht so starck aufschwellen kan, als wenn sie gantz ist; so habe ich ein viereckichtes Glaß, ohngefehr einen Zoll hoch und einen halben breit (denn an der Grösse ist hier eben nichts gelegen) mit einem engen Hälselein genommen und eine nasse Lamms-Blase, daraus ich alle Lufft, so viel möglich war, mit den Fingern heraus gestrichen, feste daran gebunden und nahe an dem Glase ein Löchlein mit einer starcken Nadel gestochen, daß es in die Falten kommen ist, welche die Blase durch das Binden bekommen. Nachdem ich die Lufft ausgepumpet, ist alles, wie vorhin erfolget: nemlich die

die Blaſe hat ſich angefangen ſtarck aufzublaſen, iſt aber darauf wieder etwas eingefallen. Als die Glocke von der Lufft gantz ausgeleeret worden, ſo daß ſich weiter nichts heraus pumpen laſſen; ſo hat die Blaſe gantz aufgeblaſen oben auf dem Glaſe geſtanden. So bald ich aber von auſſen durch den gantz eröffneten Hahn, daraus der Stöpſel behende gezogen ward, Lufft wieder unter die Glocke gelaſſen; ſo gieng die Blaſe in das Glaß hinein und war innerhalb dem Glaſe aufgeblaſen. Nemlich weil die Blaſe aufgeblaſen auf dem Glaſe ſtund, auch da die Lufft aus der Glocke ausgeleeret war; ſo muß noch etwas Lufft in derſelben, und folgends auch in dem Glaſe geblieben ſeyn, jedoch über die maſſen dünne, weil ſie ſonſt vermöge ihrer ausdehnenden Krafft ſich durch den leeren Raum in der Glocke würde ausgebreitet haben, wenn ſie ſtarck genung geweſen wäre das mit der Nadel geſtochene Löchlein aufzuſtoſſen und heraus zu fahren. Da nun die äuſſere Lufft, ſo durch den Hahn unter die Glocke gelaſſen worden, viel dichter geweſen und daher auch ſtärcker gedrucket, als die in der Blaſe und dem Glaſe wiederſtehen können; ſo hat die Lufft in der Blaſe nachgeben und in das Glaß zurücke treten müſſen. Weil nun die Lufft dadurch noch nicht ſo dichte worden, als die in der Glocke war, indem viel Lufft bey

Erklärung des Verſuches aus ſeinen Gründen.

dem Auspumpen aus dem Glase heraus gegangen; hingegen aber durch das kleine Löchlein nicht so geschwinde Lufft in das Glaß hinein dringen können, als sie von aussen in die Glocke und daselbst auf die Blase gefallen; so hat die Lufft die Blase in das Glaß hinein gedrucket und so sehr aus einander getrieben, als es die wenige Lufft im Glase gelitten. Hier siehet man augenscheinlich, wie viel Lufft durch das enge Löchlein aus dem Glase heraus gegangen, da die Lufft um dasselbe herum weggepumpet worden. Ja weil doch etwas Lufft im Glase übrig bleibet, so siehet man zugleich, daß es die Lufft und nichts anders sey, welche die Blase aus einander treibet, indem die äussere weggepumpet wird. Wer noch ferner einen Zweiffel machen wolte, der wäre nicht werth, daß man ihm darauf antwortete, denn entweder er wäre gar nicht in dem Stande die Sache zu erkennen, und also würde man mit ihm alle Mühe vergebens anwenden, oder er wolte es nicht verstehen, entweder aus Nachläßigkeit, indem er nicht genung acht darauf hätte, oder aus Hartnäckigkeit, weil er einem andern nicht recht geben wolte, und also würde man abermahls mit ihm nichts ausrichten. Man kan sich zwar bemühen alle Wahrheiten, die man behauptet, in ein solches Licht zu setzen, dabey sie jederman erkennen kan; allein

Wie der Versuch das verlangte bestetiget,

und zwar unwiedersprechlich.

Ob Wahrheit aufzubringen.

allein man hat nicht nöthig sie jemanden aufzudringen. Wer sie nicht annehmen will, der mag es zu seinem Schaden bleiben lassen.

§. 86. Nachdem ich nun zur Gnüge bestetiget, daß die Lufft eine ausdehnende Krafft habe und eben deswegen sich gleich durch einen grossen Raum ausbreitet, als sie einnimmet, wenn ihr nur kein Widerstand geschiehet; so will ferner nöthig seyn, daß ich auf gleiche Weise die Schweere der Lufft, die wir oben (§. 30.) zufälliger Weise entdecket, umständlicher zeige. Ich habe zu dem Ende eine Kugel von Kupffer verfertigen lassen, deren Diameter im Lichten AB 132 Linien hält, oben in A mit einer Mutter aus Meßing, damit sich der Hahn AC darauf schrauben und sodann ferner die gantze Kugel vermittelst der oberen Mutter auf die hintere Röhre der Lufft-Pumpe, an stat des ordentlichen Tellers anschrauben lässet. Diese Kugel habe ich mit grosser Mühe ausgepumpet, bis nichts mehr von Lufft heraus gieng, ob ich gleich fortfuhr noch weiter zu pumpen. So bald dieses geschehen, habe ich die Kugel an eine Wage gehangen und mit der Wageschaale und Gewichten von der andern Seite in einen wagerechten Stand auf das genaueste gesetzet. Als ich hierauf den Hahn eröffnet, ist die äussere Lufft mit einem grossen Ge-

Beschaffenheit der Schweere der Lufft.

Tab. VII. Fig. 49.

Versuch, dadurch sie bestetiget wird.

räusche hinein gedrungen und hat die Kugel einen Ausschlag gegeben. Da nun keine Lufft mehr hinein gedrungen und also die Kugel wieder wie vorhin, ehe sie ausgeleeret worden, erfüllet war, auch in ihrem Ausschlage stille stund; so habe ich durch Zulage des Gewichtes von der andern Seite sie wieder in einen wagerechten Stand auf das genaueste gesetzet. Es war aber die Wage so schnelle, daß sie noch zuletzt 2. Gr. gezogen. Das Gewichte, welches ich nöthig hatte die Wage wieder in vorigen Stand zu setzen, nachdem die Lufft die vorhin leere Kugel erfüllet hatte, war 1 Untze 3 dr. 44 Gr. oder 704 Gr. Da die Wage das Mittel ist, wodurch man die Schweere der Cörper erkennen lernet (§. 1.); so wird wohl niemand zweiffeln, daß dasjenige schweer sey, was die Wage von der einen Seite niederziehet und dadurch einen Ausschlag verursachet, auch an der Wage mit einem Gewichte inne stehet. Gewiß! wer dieses in Zweiffel ziehen wolte, der kan durch das Abwägen von der Schweere keiner Sache versichert seyn. Nun haben wir in dem gegenwärtigen Versuche gesehen, daß die Kugel die Wage von der einen Seite niedergezogen und dadurch einen Ausschlag verursachet, so bald sie mit Lufft erfüllet worden, und solchergestalt die Lufft, welche sie erfüllet, es gewesen, dadurch die Wage von der

Wie der Versuch dieselbe bestetiget.

einen

einen Seite niedergezogen und auſſer den wagerechten Stand geſetzet worden, auch eben dieſe Lufft in der Kugel mit 704 Gr. inne geſtanden. Derowegen wird wohl niemand ſo verwegen ſeyn und nicht zugeben wollen, daß die Lufft ſchweer ſey und ſo viel, als die Kugel erfüllet, 704 Gr. wiege. Allein damit wir erkennen lernen, wie ſchweer denn eigentlich die Lufft ſey; ſo müſſen wir den Raum ausrechnen, den die Kugel in ſich faſſet. Ich habe ihren Diameter mit aller möglichen Sorgfalt folgender geſtalt abgemeſſen. Nachdem ich die Kugel auf einen Tiſch geleget, dergeſtalt daß die meßingene Platte in A mit der Mutter oben zu ſtehen kam; habe ich darauf ein Lineal geleget und von dem Lineale bis auf den Tiſch einen dünnen Bindfaden dergeſtalt herunter gezogen, daß er die Kugel in der Mitten in D berühret. Als ich von der Länge dieſes Bindfadens die Höhe der meßingenen Mutter A und die Dicke des Kupffers abgezogen; ſo ſind für den Diameter im Lichten 132 Linien übrig blieben. Daraus nun wird die gröſte Peripherie 414½ L. (§. 166. Geom.), folgends der leere Raum in der hohlen Kugel 1203708 Cubic-Linien (§. 237 Geom.) gefunden. Und demnach wägen 1203708 Cubic-Linien 704 Gr. 1000000 Cubic-Linien, oder ein Cubic-Schuh bey nahe 585 Gr. (§. 113. Arithm.), das iſt, 1 Unze 1 dr.

Wie man findet, wie ſchweer die Lufft iſt.

Tab. VII. Fig. 49.

Schweere eines Cubic-Schuhes Lufft.

dr. 45 Gr. oder faſt 2 Loth und 2 Quintlein (§. 2.). Und eben hieraus erhellet ferner, daß ein Cubic-Zoll Lufft nicht viel über einen halben Gran wieget. Ein Cubic-Zoll oder 1000 Cubic-Linien Waſſer wägen 495 Gr. (§. 7.) und demnach 1203708 Cubic-Linien, das iſt, ſo viel Waſſer als in der Kugel Raum hat, 595835 Gr. (§. 113. Arithm.). Derowegen da eben ſo viel Lufft 704 Gr. wieget; ſo verhält ſich die Schweere des Waſſers zu der Schweere der Lufft wie 595835 zu 704, das iſt bey nahe wie 846 zu 1 (§. 75. Arithm.), und demnach iſt das Waſſer 846 oder bey nahe neundte halb hundert mahl ſo ſchweer als die Lufft. Es erhellet demnach deutlich, was wir oben nur undeutlich erblicket (§. 47.), daß nemlich die Schweere der Lufft ſehr geringe ſey. Boyle (a) ſetzet die Verhältniß der Schweere des Waſſers zur Lufft wie 1 zu 938: allein er hat die Lufft durch die Wärme aus der küpffernen Kugel getrieben und hat dieſelbe nicht mehr als 11 Gr. gewogen, und daher leicht geſchehen können, daß er die Lufft etwas zu leichte gemacht. Wir haben es mit 64 mahl ſo viel Lufft verſucht als Boyle und daher iſt in unſerm Verſuche mercklich geweſen, was er in ſeinem nicht mehr unterſchei-

Verhältniß der Schweere der Lufft zu der Schweere des Waſſers.

Wie andere dieſe Verhältniß herausgebracht.

(a) in Experiment. de vi aeris elaſtica p. m. 112.

terſcheiden können; wie er denn auch würcklich hinzu ſetzet, es habe etwas mehr als 11 Gr. gewogen. De Volder (b) hat durch Abwägung einer Kugel, welche er ausgepumpet, dieſe Verhältniß geſucht und ſie wie 970 zu 1 gefunden. Er hat aber eine Kugel gebraucht, darinnen nur 1 dr. 17 Gr. oder 77 Gr. Lufft geweſen. Homberg (c) hat durch wiederhohlte Verſuche gefunden, daß ſich die Schweere des Waſſers zu der Schweere der Lufft verhalte wie 800 zu 1. Sengwerd (d) bringet nur wie 500 zu 1 heraus: welches über die Maſſen viel von den vorigen Verhältniſſen, unter denen unſere das Mittel hält, unterſchieden iſt. Allein er hat ſie auf eine unrichtige Weiſe geſucht, wie ſich hernach wird zeigen laſſen. Ich hätte die Sache zwar auch genauer ſuchen können, wenn ich meine Kugel mit Waſſer gefüllet und es wie vorhin die Lufft ſelbſt abgewogen, nicht aber durch Rechnung gefunden hätte. Denn da es leicht in etwas an der Figur der Kugel fehlen kan, wir auch die Schweere des Waſſers bloß in einem Cubic-Zolle durch die Wage gefunden

Wie dieſe Verhältniß genauer zu ſuchen.

(b) in Diſſert. de gravitate aeris §. 52. p. 55. 56.

(c) Vid. Acta Erudit. A. 1695. p. 282.

(d) in Rationis atque Experientiæ Connubio p. 82.

den (§. 7.), so kan sich in die Rechnung gar leicht einiger Fehler einschleichen. Allein da dasjenige, was wir gefunden, keinen Verdacht eines Fehlers wieder sich erreget, wenn wir es mit dem vergleichen, was Boyle und Homberg, welche am meisten Fleiß hierauf gewendet, heraus gebracht; so lassen wir es auch vor dieses mahl hierbey bewenden, zumahl da wir bey unserem gegenwärtigem Vorhaben ohnedem die Sache genauer zu suchen nicht nöthig haben.

Wie sich die Schweere der Lufft zur Schweere des Quecksilbers verhält.

Weil das Quecksilber 13⅗ mahl so schweer ist als das Wasser (§. 9.), das Wasser aber 846 mahl so schweer ist als die Lufft, so ist das Quecksilber 11280 mahl und demnach über 11000 mahl schweerer als die Lufft. Derowegen wenn die Lufft durchgehends so dicke ist, wie die an unserem Erdboden, in welcher wir Athem hohlen, so stehet sie neundte halb hundert mahl so hoch als das Wasser und 11280 mahl so hoch als das Quecksilber, mit dem sie die Wage hält.

Wie der Druck der Lufft in oberen Versuchen mercklich zu machen.

Wenn also das Wasser eine Linie hoch stünde; so müste die Lufft 846 Linien, das ist, 8 Schuhe und 5 Zoll hoch stehen. Hingegen wenn das Quecksilber eine Linie hoch stünde; so müste die Lufft 11280 Linien, das ist, 112 Schuhe und 8 Zoll hoch stehen (§. 37.). Derowegen woferne man verlangte, daß in den Versuchen von der Druckung der Lufft auch die Lufft eine merckliche Würckung haben

ben solte (§. 47.); so müste man Röhren von 8 Schuhen dazu brauchen. Ja auch die von 4 bis 5 Schuhen würden schon etwas zeigen.

Lufft hält mit Wasser die Gesetze des wagerechten Standes des

§. 87. Und hieraus lässet sich ein sonderbahrer Versuch von der Schweere der Lufft erklären, den Mariotte (e) anführet und ich auf folgende Weise angestellet. In eine viereckichte kleine Flasche A B C D von starckem geschliffenem Glase, damit sie nicht so leicht zerbrechen kan, weil man nicht überall gleich ein Loch darein gebohret bekommen kan, habe ich in einer beliebigen Weite von dem Boden ein rundes Löchlein I anderthalb Linien weit bohren lassen. Ich habe vorher auch ein dünneres Glaß mit einem Löchlein über zwey Linien weit gehabt. An der Grösse ist nichts gelegen. Man könte dazu eine so grosse Flasche nehmen als einem beliebte. Nur darf das Löchlein nicht zu weit seyn, damit nicht Lufft und Wasser einander ausweichen können, oder man müste bey einer weiten Eröffnung ein Stücklein Papier daran legen, welches den Eingang der Lufft verhinderte, wie sichs nach diesem zeigen wird. Mein Fläschlein ist bis an den Hals nicht viel über 3 Zoll hoch und bey nahe anderthalb Zoll breit. Den Halß

Tab VIII. Fig. 49.

Besonderer Versuch.

Wie das Instrument beschaffen.

(e) Traité du mouvement des eaux part. 2. p. 93. edit. Par. & p. 363. Oper.

Halß AB habe ich in der Höhe eines halben Zolles mit Meßing einfassen lassen, darinnen oben in B eine Eröffnung von $4\frac{1}{2}$ L. ist. Hierein habe ich ein Stücke Gorck, damit man die Flaschen mit engen Hälsen zuzustopffen pfleget, gestopfft, jedoch damit man es heraus ziehen könte, wenn es nöthig wäre, über eine Linie hervorragen lassen. In dem Gorcke habe ich eine Eröffnung gemacht in der Weite von ohngefehr zwey Linien, damit ich eine gläserne Röhre FG im Diameter eine Linie weit durchstecken kan. Endlich um alles besser zu verwahren und dem gantzen Instrumente ein besseres Ansehen zu geben, habe ich oben einen meßingenen Deckel LM oben in L mit einem runden Loche machen lassen, damit man die Röhre durchstecken kan. In diesem Instrumente lässet sich die Röhre herauf ziehen und niederstossen, ohne daß neben ihr einige Lufft in das Gefässe kommen kan, und hat man des verdrüßlichen Ein- und Ausküttens der Röhre nicht nöthig: welches absonderlich nicht füglich geschehen kan, wo man alles umständlich untersuchen will. Wenn ich das Glaß mit Wasser füllen will; so ziehe ich die Röhre FG entweder gantz heraus, oder bis oben in die Eröffnung des Halses, setze darauf das Glaß gantz ins Wasser und dann gehet das Wasser durch das Löchlein I in das Glaß hinein und treibet oben in F die Lufft heraus.

Wie das Glaß gefüllet wird.

aus. Weil nun daſſelbe gantz im Waſſer ſtehet, ſo wird es auch gantz voll (§. 34.). Dieſe Bequemlichkeit im Füllen hat man nicht, wenn die Röhre eingekittet iſt, ſondern man muß es alsdenn durch das Löchlein I mit vieler Beſchweerde füllen und kan nicht wohl die Lufft alle heraus bekommen: welches hier bey mir gar keine Mühe machet. Nachdem das Glaß mit Waſſer erfüllet; ſtoſſe ich die Röhre FG ſo tief hinunter, als ich es nach meiner Abſicht verlange. Wenn der Gorck etwan eingetrocknet wäre, oder das Loch, dadurch die Röhre gehet, ſich zu ſehr erweitert hätte, und neben der Röhre Lufft durchgienge; ſo darf man nur das Glaß verkehrt eine Weile ins Waſſer ſetzen, damit der Gorck aufquellen kan. Wenn nun die Röhre FG etwas tieffer hinein geſtoſſen wird als das Löchlein I ſtehet; ſo lauffet kein Tropffen Waſſer durch dieſes Löchlein heraus: ſo bald man ſie aber über dieſes Löchlein herauf ziehet, ſo lauffet das Waſſer bis in I daſelbſt heraus. Wenn die Röhre bis unter das Löchlein in I gehet; ſo gehet das Waſſer ſo weit in die Röhre FG als ſie unter dem Löchlein ſtehet, nehmlich der Theil HG wird mit Waſſer erfüllet. Daß die Lufft die wahre Urſache ſey, warum das Waſſer nicht heraus lauffet, wenn die Röhre unter I ſtehet; erweiſe ich folgendergeſtalt

Erfolg im Verſuche.

Daß die Lufft die Urſache deſſen ſey, was erfolget.

stalt. Ich setze das Glaß mit der Röhre unter die Glocke auf den Teller der Lufft-Pumpe und pumpe die Lufft weg. Wenn die Lufft dünne zu werden beginnet; so fängt das Wasser zu dem Loche I an herauszulauffen, obgleich die Röhre bis unter dasselbe gehet. Und wenn man Lufft genung heraus gepumpet, so laufft endlich das Wasser alle bis an das Loch I heraus. Es ist nun aber die Frage, wie die Lufft es hindert, daß das Wasser durch das Loch I nicht heraus fliessen kan, indem die Röhre bis unter dasselbe gehet. In der That ist es nichts anders, als was schon oben in dem siebenden Versuche von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien (§. 31.) da gewesen. Denn gegenwärtiges Instrument stellet eine Röhre vor, da der eine Theil seine Eröffnung in der Höhe, der andere aber niederwerts hat. Allein weil vielleicht nicht ein jeder sich wohl vorstellen dörffte, wie er die in dem angezogenen Orte dargestellete Röhre aus gegenwärtigem Instrumente heraus bringen soll; so finde ich für rathsamer die Ursache von neuem umständlich zu zeigen. Anfangs ist klar, daß das Wasser von der Lufft durch das Loch in I so starck gedrucket wird, als durch die Röhre FG. Und demnach ist es eben so viel, als wenn das Wasser nur bis in I gienge und ich eine Röhre hinein tauchte. Da nun

Erklärung des Versuches.

nun in dieſem Falle das Waſſer nicht höher ſteigen kan in der Röhre als es rings herum um die Röhre ſtehet (§. 34.); ſo kan auch das Waſſer in der Röhre FG nicht höher als in H ſteigen. Denn unerachtet das Waſſer in der Flaſche ABCD über dem Loche I auch auf das untere drucket: ſo drucket doch die Lufft durch die Röhre FG dargegen und vermag das Waſſer wieder ſie nichts auszurichten. Das Löchlein I iſt ſo enge, das Lufft und Waſſer zugleich einander nicht ausweichen können. Nun wiederſtehet dem Waſſer bey dem Löchlein I die Lufft von ihm an bis oben zu Ende der gantzen Höhe, das iſt, die Schweere der gantzen Lufft. Es iſt aber bekandt, das die Lufft dem Waſſer BI welches 3 Zoll hoch iſt, die Wage hält und nicht nachgiebet, wenn ſie nur bis 254 Schuhe hoch iſt (§. 86.). Derowegen da die gantze Lufft viel ſchweerer iſt als eine Lufft-Säule von 254 Schuhen; ſo kan auch die Lufft dem Waſſer nicht nachgeben, weder bey dem Loche in I, noch bey der Röhre in H. Und ſolchergeſtalt kan weder das Waſſer in I heraus lauffen, noch auch weiter als in H in der Röhre FG in die Höhe ſteigen. Nehmlich gegen das Loch in I drucket die Schweere der gantzen Lufft durch die Röhre FG und das Waſſer von I bis B; gegen das Waſſer GH gleichfalls die Schweere der gantzen Lufft durch das Loch I und das Waſſer

von B bis I. Solchergestalt ist der Druck von beyden Seiten gleich, und kan demnach das Wasser weder in der Röhre FG in die Höhe steigen, noch zu dem Loche I heraus fliessen.

Gröſſe der ausdehnenden Krafft in Ansehung ihrer Schweere.

§. 88. Nachdem ich bisher zur Gnüge erwiesen, daß die Lufft nicht allein schweer sey (§. 86.) wie das Wasser und andere flüssige Materien, sondern auch eine ausdehnende Krafft habe (§. 80.); so will nun ferner nöthig seyn, daß ich auch zeige, wie viel die Lufft so wohl durch ihre ausdehnende Krafft, als auch durch ihre Schweere auszurichten vermag. In dieser Absicht habe ich unter andern Instrumenten, die mir zu diesen Versuchen dienen, auch ein Cylindrisches Gefässe ABCD aus Meßing machen lassen 6 Zoll 3 Linien 7 Scrupel hoch und im Diameter 38 1/2 Linie weit. Der untere Boden CD hat drey Kugeln, damit das Gefässe nicht unmittelbahr auf den Teller der Lufft-Pumpe aufstehen darf, indem darunter eine Röhre angeschraubet werden muß, wie wir hernach sehen werden. Auf dem oberen Deckel AB, der eben so wohl als der Boden CD feste angelöthet, ist in H eine Mutter nebst einer Eröffnung, damit man dadurch das Gefässe mit Wasser füllen und ein kleineres Gefässe HI mit Lufft darauf schrauben kan. Dieses kleinere Gefässe ist gleichfalls cylindrisch und hält der Diameter im

Tab. VIII. Fig. 50. Beschreibung des Instrumentes.

Lichten

Lichten 1 Zoll 6 Linien und 6 Scrupel, die Höhe von innen iſt 117 Scrupel. Unten in dem Boden in D wird vermittelſt der Schraube H die meßingene Hülſe HIKL eingeſchraubet, die durch den unteren Rand des Bodens CD in E durchgehet und darein man eine gläſerne Röhre EG kütten kan, die nicht viel höher iſt als das Gefäſſe ACDB. Damit dieſe Röhre gewiß ſtehe, wird oben in B ein dünnes Blech mit einem rundten Löchlein an dem Rande, der wie unten der Rand des Bodens über das Gefäſſe etwas hervor gehet, angeſchraubet, dadurch man die gläſerne Röhre GE ſtecken kan. Nachdem man das Gefäſſe AD mit Waſſer voll gefüllet, wird das kleine Gefäßlein HI mit Lufft darauf geſchraubet. Nächſt dieſem habe ich eine Röhre MOP mit einer Schraube N verfertigen laſſen, und dieſelbe auf den Teller der Lufft-Pumpe geſchraubet. Der kleine Theil MO, ſo horizontal iſt, muß etwas weniges länger ſeyn als der halbe Diameter des Bodens von dem groſſen Gefäſſe, damit man es bequem darüber ſetzen kan. Die aufgerichtete Röhre OP wird ein wenig höher als das Gefäſſe gemachet, jedoch nicht ohne Noth gar zu hoch, damit man nicht eine allzugroſſe gläſerne Glocke brauchet, wenn man den Verſuch anſtellen will. Nehmlich weil wir bald hören werden, daß das Waſſer aus dem Ge-

Tab. VIII. Fig. 51.

fässe unter die Glocke läuffet; so dienet die Röhre MOP dazu, daß kein Wasser in die Lufft-Pumpe kommet. Ich habe aber schon oben (§. 82.) gewiesen, daß die Luffc sich einmahl wie das andere auspumpen lasse, die Eröffnung, wodurch sie aus der Glocke in die Pumpe fähret, mag unten auf dem Teller, oder oben in der Höhe seyn.

Tab. VIII. Fig. 50. Beschreibung des Versuches.

Nachdem nun alles solchergestalt zubereitet worden, habe ich das Gefässe ACDB auf den Teller der Lufft-Pumpe gesetzet und darüber eine grosse gläserne Glocke gedecket. Als ich die Lufft heraus gepumpet, ist anfangs auf einen jeden Zug etwas Wasser aus der gläsernen Röhre EG heraus gelauffen. In dem man mit Auspumpung der Lufft fortgefahren, ist das Wasser aus gedachter Röhre EG heraus gesprungen und zuletzt beständig gelauffen, bis es gantz und gar aus dem Gefässe heraus gelauffen, und nichts davon zurücke geblieben.

Besonderer Umstand.

Damit man diese Veränderungen desto besser wahrnehmen könnte, so habe jederzeit (wie ich auch bey anderen Versuchen zu thun gewohnet bin, wenn nicht besondere Umstände ein anderes erfordern) den Stempel bey verschlossenem Hahne aus der Lufft-Pumpe heraus gezogen und ihn nicht eher eröffnet, als bis ich aufgehöret ihn heraus zu winden, damit die Lufft aus der Glocke auf einmahl in das Rohr der Lufft-Pumpe treten und

man

man also desto deutlicher sehen kan, was bey jedem Zuge erfolget. Weil das Wasser, indem man die Lufft heraus pumpet, viel Blasen bekommet, sowohl dasjenige, welches aus dem Gefässe heraus gelauffen und unter der Glocke und um dasselbe herumstehet, als auch das andere, welches erst aus dem Gefässe heraus lauffet; so kan man aus den Blasen des letzteren mit Augen sehen, wie geschwinde sich das Wasser durch die Röhre EG beweget. Es fähret aber das Wasser mit den Blasen, sonderlich um die letzte, wenn es beständig fort fliesset, so schnelle durch die Röhre EG; daß man kaum so geschwinde sehen kan. Das Wasser steiget in der gläsernen Röhre EG wieder seine natürliche Schweere, dadurch es nieder getrieben wird (§. 1.), in die Höhe, ja springet oben in G gar heraus. Derowegen muß etwas seyn, welches ihm eine Bewegung in die Höhe und zwar in einem solchen Grade der Geschwindigkeit mittheilet. Es ist im Gefässe ausser dem Wasser nichts vorhanden als die Lufft in dem kleinen Gefäßlein HI, welches oben darauf geschraubet worden: und demnach muß die Lufft diese Bewegung verursachen, folgends, da kein Cörper den andern bewegen kan als der vorher selbst in Bewegung ist (§. 664. Met.), auch selbst in Bewegung seyn. Wir wissen aus dem vorhergehenden, daß die

Wie die Geschwindigkeit des Wassers zu observiren im Versuche.

Erklärung des Versuches.

Lufft eine Krafft hat sich weiter auszubreiten, wenn ihr nichts wiederstehet, und da sie eine stete Bemühung solches zu thun anwendet (§. 80.), muß sie alles, was ihr im Wege stehet, vermöge dieser Krafft drucken. Derowegen drucket die in dem kleinen Gefäßlein HI eingeschlossene Lufft auf das Wasser in dem Gefässe ACDB und ist bemühet es aus seiner Stelle zu jagen. Allein da anfangs die Lufft unter der Glocke eben so dichte ist, wie die eingeschlossene in dem Gefäßlein HI; so ist ihre ausdehnende Krafft eben so starck, wie der eingeschlossenen (§. 81.) und demnach drucket sie das Wasser so starck durch die Eröffnung der Röhre GE, als das im Gefässe von der eingeschlossenen gedrucket wird. Und also kan keine Bewegung des Wassers erfolgen, so lange die Lufft im Gefäßlein HI und unter der Glocke von einerley Beschaffenheit ist. Wir wissen auch bereits, daß das viele Wasser im Gefässe ACDB nicht in dem Stande ist das wenige in der Röhre EG zu bewegen (§. 34.). Wenn nun die Lufft unter der Glocke durch das Auspumpen verdünnet wird (§. 80.); so wird dadurch zugleich ihre ausdehnende Krafft schwächer (§. 81.), und demnach drucket sie nicht so starck auf das Wasser in der Röhre GE als die Lufft in dem Gefäßlein HI auf das Wasser im grossen Gefässe ABDC. Derowegen muß das

Wasser

Waſſer weichen und die Lufft breitet ſich durch einen gröſſeren Raum aus. Es flieſſet demnach in G ſo viel Waſſer heraus, bis die ausdehnende Krafft der eingeſchloſſenen Lufft der unter der Glocke gleich wird. Bey den erſten Zügen breitet ſich die Lufft nicht ſo viel aus als bey den letzten (§. 80.). Und daher vermag ſie auch nicht ſo viel Waſſer auf einen Zug heraus zu ſtoſſen als gegen das Ende, wenn die meiſte Lufft ſchon ausgepumpet iſt. Weil die Lufft alles Waſſer aus dem Gefäſſe heraus treibet; ſo iſt klar, daß ſie zuletzt das groſſe und kleine Gefäſſe zugleich erfüllet. Die Höhe des kleinen Gefäſſes HI iſt 117 Scr. der Diameter im Lichten 166 Scr. und demnach der Raum, den die Lufft erfüllet, 2529774 Cubic-Scrupel, oder 2530 Cubic-Linien (§. 221. Geom.). Gleichergeſtalt da die Höhe des Gefäſſes 637 Scr. und der Diameter 385 Scr. hält; ſo iſt der gantze Raum des Gefäſſes, den das Waſſer erfüllet, 73933 Cubic-Linien (§. cit. Geom.). Weil nun der Raum des kleinen Gefäſſes HI 2530 bey nahe im Raume des groſſen ABDC 73933 neun und zwantzig mahl enthalten iſt; ſo hat die Lufft durch einen Raum ſich ausgebreitet, der dreyßig mahl ſo groß iſt wie der, den ſie anfangs einnahm, indem ſie das groſſe und kleine Gefäſſe zugleich erfüllet. Indem ſie aber einen Raum

Mathematiſcher Beweis, wie viel ſich die Lufft ausbreitet und in derſelben Stärcke behält.

erfüllet, der 30 mahl so groß ist als derjenige, den sie zuerst einnahm; so ist sie auch 30 mahl so dünne worden. Unterdessen da gleichwohl das letzte Wasser noch oben zur Röhre EG heraus gestossen wird; so muß die verdünnete Lufft noch so viel Krafft haben als erfordert wird das Wasser mit vieler Geschwindigkeit in die Höhe durch die Röhre EG zu treiben. Es ist aber in der That diese Krafft nicht geringe. Denn das Wasser in der Röhre EG wiederstehet der Bewegung so viel als das Wasser insgesammt, welches das Gefässe ABDC erfüllet (§. 36.). Wir haben gefunden, daß dieses Wasser 75933 Cubic-Linien, oder 74 Cubic-Zoll hält. Weil nun ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. wieget (§. 7.); so wieget das Wasser, welches das gantze Gefässe erfüllet, 36630 Gr. das ist, bey nahe 5 Pfund (§. 2.). Es ist demnach eben so viel, als wenn die Lufft 5 Pfund mit einer solchen Geschwindigkeit in die Höhe bewegete, als das Wasser durch die Röhre EG heraus getrieben wird. Derowegen wenn 2530 Cubic-Linien oder $2\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll Lufft, wie wir hier bey uns haben, in der wir Athem holen, dreyßig mahl dünner worden, als sie jetzt ist; so behält sie doch noch eine so starcke ausdehnende Krafft, die 5 Pfund 6 bis 7 Zoll hoch bewegen kan. Wem das Rechnen zu verdrüßlich fället, der darf nur das leere und

das

das volle Gefässe abwägen, so zeiget der Unterscheid des Gewichtes die Schweere des Wassers, welche das Gefässe erfüllet. Ein Cubic-Schuh Lufft oder 1000 Cubic-Zoll wiegen 585 Gr. (§. 86.) und daher 2 ½ Zoll, so viel nemlich als Lufft oben im kleinen Gefässe HI ist, nicht völlig 1 ½ Gr. Da nun so wenig Lufft vermöge ihrer ausdehnenden Krafft 5 Pfund wenigstens 6 bis 7 Zoll hoch bewegen kan; so erkennet man hieraus, daß die Schweere der Lufft in Ansehung ihrer ausdehnenden Krafft gar was sehr geringes ist, absonderlich da diese noch so groß verbleibet, da die Lufft 30 mahl dünner und sie also gar viel geringer worden ist (§. 81.)

Schweere der gantzen Lufft.

§. 89. Ich habe schon anderswo erwiesen, daß die ausdehnende Krafft der Lufft, man mag viel oder wenig haben, jederzeit so groß sey als die Schweere der gantzen Lufft, die bis oben zu Ende auf sie drucket (§. 31. Aerom.). Derowegen wenn wir diese Grösse erkennen wollen, so müssen wir untersuchen, wie schweer die gantze Lufft auf etwas drucket. Die Art und Weise, wie solches geschehen kan, wie Dalencé (a) anführet und Galilæus (b) selbst zu verstehen giebet, ist durch einen ohngefehren Zufall entdecket worden.

Wie sie entdecket worden.

(a) Traité du Barometer p. m. 9.
(b) Dialog. de Mechan. p. m. 15. 16.

den. Es hatte ein Gärtner zu Florentz eine Waſſerplumpe über 18 Florentiniſche Ellen lang gemacht. Da er nun darinnen das Waſſer nicht höher als 18 Ellen bringen konte, ohnerachtet noch über dem Waſſer ein von der Lufft leerer Raum war; ſo fragte er den Galilæum, als Mathematicum des Groß-Hertzogs zu Florentz um Rath, welcher, als er befand, daß die Plumpe keinen Fehler hatte, endlich aus der Hydroſtatick oder den Geſetzen des wagerechten Standes der flüßigen Materien (§. 34.) erkandte, daß die Lufft ſchweer ſeyn müſſe und ſo ſtarck drucken als das Waſſer, welches 18 Florentiniſche Ellen hoch ſtehet, dergeſtalt daß der Erdboden rings herum von der Lufft ſo viel gedrucket wird, als wenn er mit 18 Ellen hoch Waſſer umfloſſen wäre. Guericke, der die Lufft-Pumpe erfunden (§. 63.), hat dieſes mit Fleiß unterſuchet und gefunden, das die Lufft mit 19 Magdeburgiſchen Ellen hoch Waſſer die Wage hält (c). Sturm und Mariotte haben dieſen Verſuch wiederhohlet. Jener hat die Höhe des Waſſers, damit die Lufft die Wage hält, gefunden (d) ohngefehr 31 Rheinländiſche Schuhe; dieſer hingegen 30 Pariſer-Schuhe

Wie ſtarck die Lufft durch ihre Schweere drücket.

(c) Vid. Experim. de Vacuo lib 3. c. 20. f. 98. & c. 21. f. 101.

(d) in Colleg. Curioſo part. 1. p. 41.

he (e) und 8 Zoll, wiewohl er 32 Schuhe davor annimmet, weil wegen der Lufft, die aus dem Waſſer gehet, auch wenn es vorher gekocht worden, daß Waſſer allezeit niedriger ſtehet, als es ſolte. Für allen dieſen haben ſchon in Pohlen der berühmte Capuciner Valerianns magnus, in Franckreich Paſcal, in Italien Caſpar Bertus denſelben Verſuch angeſtellet. Wie er ihnen gelungen, beſchreibet Schottus (f). Weil allezeit Lufft im Waſſer bleibet und nach dieſem oben in den leeren Raum ſteiget, dadurch aber, wie ich bald zeigen werde, gehindert wird, daß das Waſſer nicht ſo hoch ſteigen kan, als ſichs gebühret; über dieſes man den Verſuch viel leichter und richtiger mit dem Queckſilber anſtellen, auch aus der bekandten Verhältniß der Schweere des Waſſers zu der Schweere des Queckſilbers (§. 9.) die Höhe des Waſſers beſtimmen kan, welches mit der gantzen Lufft die Wage hält; ſo habe dieſen Verſuch zur Zeit ſelbſt nicht anſtellen mögen.

Warum der Autor dieſen Verſuch nicht ſelbſt angeſtellet.

§ 90. Es hat ſchon Torricellius, welcher ſeinem Lehrmeiſter dem Galilæo in ſeinem Amte als Mathematicus des Groß-Her-

Verſuch des Torricellii.

(e) Du mouvement des eaux part. 2. p. 90. 93.

(f) Techn. Curioſ. lib. 3. c. 2. p. 198. & ſeq.

die Schweere der gantzen Lufft abzumessen.

Hertzogs zu Florentz nachgefolget, erkandt, daß eine andere flüßige Materie zu diesem Zwecke bequemer sey, als das Wasser. Er hat demnach das Queckſilber dazu erwehlet und damit eine gläserne Röhre, die von der einen Seite zugeschmeltzt, von der andern aber offen war, vollgefüllet. So bald er von dem offenen Ende den Finger weggenommen, nachdem er es zuvor in Queckſilber gesetzet; so ist das Queckſilber bis auf eine gewisse Höhe herunter gefallen und hat über sich einen von der Lufft leeren Raum gelassen. Diese gläserne Röhre, darinnen sich die Lufft mit dem Queckſilber abwäget, ward anfangs Tubus Torricellianus. oder die Torricellianische Röhre genennet: nachdem man sie aber brauchet die Veränderungen in der Schweere der Lufft zu entdecken, wird sie insgemein das Barometrum geheissen.

Warum der Autor den Versuch umständlich beschreibet.

Es ist zwar dieser Versuch sowohl von unzehlich viel andern, als auch von mir zu verschiedenen mahlen wiederhohlet worden: unterdessen aber wird doch nöthig seyn, daß, weil ich die Schweere der gantzen Lufft dadurch determiniren will, ich mit besonderen Umständen anführe, wie ich die Sache befunden.

Beschreibung desselben.

Ich habe demnach gestern gegen Abend, als den 27 Junii des gegenwärtigen 1721tzigsten Jahres, eine Röhre, die 282 Linien lang und 11 Scr. weit war, mit

mit Queckſilber gefüllet, und zwar auf zwey verſchiedene Arten nach einander. Anfangs habe ich eine engere Röhre genommen, die ſich gantz in die andere hinein ſtecken und noch bequem darinnen herum wenden ließ. In dieſe Röhre habe ich ein Theil Queckſilber geſogen und anfangs das obere Ende mit der Zunge, nach dieſem das untere mit dem Finger, endlich wiederum das obere mit dem Finger zugedruckt, damit ich das Queckſilber darinnen behalten und deſſen ungeachtet die Röhre aus dem Queckſilber heraus nehmen und in die Torricellianiſche Röhre hinein ſtecken können. So bald dieſes geſchehen, habe ich den Finger gar weggenommen; ſo iſt das Queckſilber aus der engen Röhre in die groſſe hinunter gefallen. Wenn man die groſſe Röhre ein wenig ſchräge hält; ſo rinnet das Queckſilber gemächlicher hinunter und kan ſich nicht ſo leicht die Lufft darzwiſchen fangen. Sollte es aber auch gleich geſchehen, daß ſich die Lufft entweder in einem gantzen Theile der Röhre zwiſchen dem Queckſilber, oder nur hin und wieder an der Seite der Röhre verhielte; ſo kan man ſie auf vielerley Weiſe heraus bekommen. Wenn die Lufft einen gantzen Theil der Röhre zwiſchen dem Queckſilber eingenommen; habe ich die enge Röhre durch das Queckſilber und die Lufft hindurch geſtoſſen; ſo iſt ſie an ihr in

Wie die Röhre gefüllet wird.

Handgriff im Füllen.

Wie die Lufft, ſo ſich zwiſchen dem Queckſilber verhält, heraus zubringen.

die

die Höhe geſtiegen und, nachdem ich die Röhre zurücke gezogen, das Queckſilber unmittelbahr auf einander geweſen. Wenn ſich die Lufft nur zur Seiten zwiſchen dem Queckſilber und der Röhre verhalten; ſo habe die Röhre an der Seite des Glaſes hinunter geſtoſſen, und dieſe Lufft iſt gleichfalls an ihr in die Höhe geſtiegen. Gleichergeſtalt darf man nur im erſten Falle die Röhre etwas beugen und allenfalls dem Queckſilber durch hin und her fahren mit der Röhre einen Druck geben; ſo ſteiget gleichfalls die Lufft herauf und das Queckſilber fället an das untere an. Im andern Falle beuget man das Ende der Röhre, wo die Eröffnung iſt, etwas nieder, damit eine groſſe Blaſe hinauff ſteigen kan, welche unterwegens alle kleine mit nimmet: darnach beuget man das andere Ende wieder nieder, ſo fähret die Blaſe wieder zurücke, und nimmet auch von der andern Seiten die Bläſelein mit fort, wo ſich einige zwiſchen dem Glaſe und Queckſilber noch aufhalten. Das andere mahl habe ich die Torricellianiſche Röhre mit dem kleinen Stechheber gefüllet, deſſen ich ſchon oben (§. 37.) gedacht, und im übrigen in acht genommen, was ich vorhin bey dem Gebrauche der Röhre angemercket. Es iſt der Heber beſſer als die Röhre, weil man viel Queckſilber auf einmahl ausheben kan und darf gleichwohl die Röhre B ſehr

Tab. II. Fig. 13. Andere Manier die Röhre zu füllen.

enge

enge seyn. Man kan auch das Queckſilber ohne einige Gefahr, daß es etwan in den Mund kommet, hinein ſaugen und im Heber mit leichter Mühe zurücke halten, wenn man ihn heraus ziehet und in die Torricellianiſche Röhre hinein ſtecket. Ich habe ſonſt auch einen gläſernen Trichter gebraucht, der unten nur mit einem Haar-Röhrlein verſehen geweſen: allein ich finde das Stechheberlein deswegen beſſer, weil man die Röhre, die man füllen ſoll, ſchief halten kan, damit das Queckſilber gemächlich hinunter rinnet und die Lufft ſich deſto weniger fänget. Nachdem ich die Röhre mit Queckſilber gantz voll gefüllet hatte, habe ich den Finger auf die Eröffnung der Röhre geleget, damit das Queckſilber nicht heraus fallen konnte, nachdem ich ſie umwendete. Hierauf habe ich die Röhre mit dem offenen Ende in ein Gefäſſe mit Queckſilber geſetzet und den Finger weggezogen; ſo iſt das Queckſilber in der Röhre bis auf eine gewiſſe Höhe herunter gefallen. Als ich die Höhe von der Fläche des Queckſilbers an in dem Gefäſſe genau gemeſſen, ſo habe ſie nach Rheinländiſchem Maaſſe, jedoch daß der Schuh nur in zehen Zoll getheilet worden (§. 2.), 23 Zoll und 7 Scrupel gefunden, daß iſt, wenn man den Schuh in 12 Zoll eintheilet, bey nahe 27 Zoll und 8 Linien, deren gleichfalls 12 einen Zoll machen.

Wie die gefüllete Röhre ins Queckſilber geſtellet wird.

Wie groß die Höhe des Queckſilbers gefunden worden.

Es ist demnach die Schweere der Lufft der Schweere des Queckſilbers gleich, welches 23 Rheinländiſche Zoll nach der zehentheilichen Eintheilung und etwas über eine halbe Linie hoch ſtehet. Das Queckſilber iſt 13 $\frac{1}{3}$ mahl ſo ſchweer als das Waſſer (§. 9.). Derowegen wenn man 2307 Scr. mit 13 $\frac{1}{3}$ multipliciret, ſo kommet die Höhe des Waſſers heraus, welches mit der gantzen Lufft die Wage hält, nemlich 30 Schuhe 7 Zoll und 6 Linien, oder bey nahe 31 Schuhe, wie Sturm mit vieler Mühe gefunden. Es iſt zu mercken, daß die Lufft nicht allzeit gleich ſchweer iſt, wie wir an ſeinem Orte ſehen werden, und dannenhero ſo wenig das Waſſer, welches mit der gantzen Lufft die Wage hält, zu allen Zeiten von einerley Höhe gefunden wird, als das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre immer einerley Höhe behält. Wenn wir die Verhältniß der Schweere des Queckſilbers zu der Schweere des Waſſers wie 14 zu 1 annehmen wolten, wie insgemein zu geſchehen pfleget (§. 9.); ſo käme die Höhe des Waſſers etwas über 32 Schuhe heraus, wie Mariotte angegeben. Weil man ſelten in denen Fällen, wo man die Schweere der gantzen Lufft auszurechnen nöthig hat, auf Kleinigkeiten ſiehet; ſo kan man die Höhe des mit der Lufft die Wage haltenden Waſſers entweder 31 oder

Wie groß die Höhe des Waſſers.

Wie groß man ſie in Rechnungen machen kan.

der 32 Rheinländiſche Schuhe annehmen, nachdem die Lufft entweder ſchweer oder leichte gefunden wird. Man ſiehet im übrigen, daß unſere Rechnung eben das giebt, was andere durch Verſuchen heraus gebracht, und wir daher in dieſem Stücke die Mühe erſparen können. Auch hat man überhaupt anzumercken, wie dasjenige, was wir durch unſere Verſuche bisher heraus gebracht, gar wohl zuſammen ſtimme und ſolchergeſtalt die folgenden von der Güte der vorhergehenden Zeugnis ablegen.

Wie des Autoris Verſuche beſchaffen.

§. 91. Wer alles dasjenige wohl erwogen, was wir durch die bisherigen Verſuche ſo wohl von dem wagerechten Stande und Drucke der flüßigen Materien, als auch ins beſondere von der Schweere der Lufft beſtetiget, der wird wohl keinen Zweifel daran haben, daß das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre von der Lufft zurücke gehalten werde, daß es nicht herunter fallen kan. Vermöge ſeiner Schweere drucket es nieder und will herunter fallen (§. 1.): da nun ſolches nicht geſchiehet, ſo muß etwas um die Röhre auf das Queckſilber im Gefäſſe ſo ſtarck drucken, als das in der Röhre niederdrucket. Es drucket aber nichts auf das Queckſilber als die Lufft, die eine ſchweere flüßige Materie iſt (§. 86.): und demnach iſt es die Lufft, welche durch

Was das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre erhält.

ihre Schweere dem Queckſilber wiederſtehet, daß es nicht herunter fallen kan. Jedoch damit man deſtomehr verſichert wäre, daß die Lufft und zwar allein es ſey, welche den Fall des Queckſilbers hindert; ſo habe durch Hülffe der Lufft-Pumpe ſolches auf folgende Art gezeiget. Ich habe eine kleine gläſerne Glocke ABC mit einer langen Röhre CD genommen und darunter die Torricellianiſche Röhre GH in dem Gefäſſe mit Queckſilber EF auf den Teller der Lufft-Pumpe geſetzet. Die Glocke iſt nicht gar zu weit, damit man die Lufft deſto geſchwinder auspumpen kan. Sie iſt mit der Röhre nicht viel über drey Schuhe lang, damit man die Torricellianiſche und andere gläſerne Röhren darunter ſetzen kan. Oben iſt ſie in einen meßingenen Deckel D eingekittet, damit keine Lufft hinein kommen kan. Als ich nun die Lufft auspumpete, ſo fiel gleich auf den erſten Zug das Queckſilber weit über die Helffte von I an herunter. Auf den andern Zug fiel wiederum von dem noch übrigen Queckſilber mehr als die Helffte herunter. Endlich auf den dritten Zug fiel vollends alles herunter und blieb nichts in der Röhre zurücke. Als ich das vierdtemahl pumpete, ſo ließ ſich bey verſchloſſenem Hahne von Seiten der Glocke der Stempel in der Lufft-Pumpe bis an den Boden gantz hinein winden

Tab. VIII. Fig. 52.

Daß die Lufft allein die Urſache ſey, wird durch einen Verſuch beſtetiget.

und

und man konte nichts mehr von der Lufft hören, als der Hahn eröffnet ward. Weil nun das Queckſilber herunter fället, ſo bald die Lufft ausgepumpet wird, und nicht das geringſte mehr in der Röhre verbleibet, ſo bald nicht mercklich Lufft unter der Glocke zu finden, die auf das Queckſilber im Gefäſſe drucket; ſo ſiehet ein jeder augenſcheinlich, daß es die Lufft und nicht anders ſey, welche das Queckſilber in der Röhre GH erhält. Nehmlich anfangs ſtehet das Queckſilber auch unter der Glocke mit der Röhre ABCD ſo hoch, als wie in freyer Lufft, weil die Lufft durch ihre ausdehnende Krafft ſo viel wiederſtehet, als die Schweere der gantzen Lufft, dadurch ſie gedrucket wird (§. 31. Aerom.). Wenn die Lufft ausgepumpet wird, ſo wird ſie dadurch dünner (§. 80.) und daher ihre ausdehnende Krafft geringer (§. 81.). Derowegen kan ſie auch der Schweere des Queckſilbers nicht mehr ſo viel, wie vorhin, wiederſtehen, und demnach giebet ſie dem Queckſilber ſo lange nach, biß ſo viel herunter gefallen, als dem Abgange der ausdehnenden Krafft gleichet. Weil der Raum in dem Rohre der Lufft-Pumpe gröſſer iſt, als unter der Glocke mit der Röhre ABCD; ſo gehet auch auf jedesmahl mehr als die Helffte von derjenigen Lufft heraus, die darunter iſt, und wird die Lufft noch mehr als einmahl ſo dünne,

als sie vorher war (§. 80.). Da nun auch mehr als die Helffte von dem Queckſilber in der Röhre GI auf jeden Zug herunter fället; ſo muß die ausdehnende Krafft mehr als die Helffte geſchwächt werden, indem ſie mehr als noch einmahl ſo dünne wird: woraus wahrſcheinlich wird, daß die ausdehnende Krafft der Lufft in der Proportion abnimmet, in welcher die Lufft dünner wird. Und giebet uns demnach gegenwärtiges Experiment Gelegenheit an die Hand ſolches genauer zu unterſuchen. Wenn man wieder Lufft unter die Glocke ABCD läſſet; ſo ſteiget das Queckſilber in der Röhre GH wiederum in die Höhe, und kommet wieder bis in I, ſo bald alle Lufft wieder unter der Glocke iſt, die man heraus gepumpet hatte. So bald man inne hält Lufft hinein zu laſſen, ſo bald höret auch das Queckſilber auf zu ſteigen und bleibet da ſtehen, bis wohin es hinauf geſtiegen. Da nun das Queckſilber ſo gleich ſteiget, ſo bald die Lufft wieder hinein kommet und zwar nach Proportion der eingelaſſenen Lufft; ſo erhellet abermahl, daß die Lufft diejenige Urſache ſey, welche das Queckſilber in der Röhre GH erhält. Wer wollte zweiffeln, daß dieſes die Urſache von einer Würckung ſey, welches wenn es weggenommen wird, die Würckung ſogleich aufhöret, wenn es aber wieder hergeſtellet wird,

Beſonderer Umſtand, wird durch Verſuch ausgemacht,

die

die Würckung auch wiederum erfolget? Wenn man mercket wie weit bey jedem Zuge der Stempel heraus gezogen wird, an den Zähnen der Stange, die man heraus windet, indem die ausgepumpete Lufft so dichte zusammen gedruckt wird, als die äussere ist (§. 82.) und wie weit das Queckſilber auf jeden Zug herunter fället; nach diesem den Stempel eben wieder so weit heraus windet und durch den Hahn von aussen Lufft in die Lufft-Pumpe lässet, damit man wiederum nach und nach auf jedesmahl so viel Lufft unter die Glocke bringen kan, als herausgepumpet worden, jedoch in einer verkehrten Ordnung, daß nehmlich auf das erste mahl so viel Lufft hinein gelassen wird, als das letzte mahl heraus gepumpet ward, und hingegen das letzte mahl so viel hinein gelassen wird, als das erste mahl heraus gepumpet ward; so wird auch das Queckſilber in einer verkehrten Ordnung wieder steigen, wie es gefallen, nehmlich das erste mahl steiget es so hoch, wie es das letzte mahl gefallen, und das letzte mahl steiget es so hoch als es das erste mahl gefallen. Man kan auch solches gar leicht begreiffen, daß es geschehen müsse, wenn man es auch gleich nicht versuchet. Denn wenn unter der Glocke wieder der vorhergehende Zustand hergestel-

und durch Gründe erwiesen.

let wird, da das Queckſilber auf eine gewiſſe Höhe in der Röhre GH erhaben ſtund; ſo iſt kein Grund mehr vorhanden, warum nicht wiederum das Queckſilber eben ſo hoch ſtehen ſollte. Da nun ohne zureichenden Grund nichts ſeyn kan (§. 30. Met.); ſo muß es auch wiederum ſo hoch ſtehen. Es iſt aus der ausdehnenden Krafft der Lufft klar (§. 80.), daß die unter die Glocke ABCD gelaſſene Lufft ſich durch den Raum der gantzen Glocke ausbreitet und daher dichter wird, jemehr man Lufft hinein läſſet. Da nun das Queckſilber mehr als noch einmahl ſo hoch ſteiget, wenn mehr als noch einmahl ſo viel Lufft hinein gelaſſen wird, als bereits unter der Glocke; iſt die Schweere des Queckſilbers aber in der Röhre die Gröſſe der ausdehnenden Krafft andeutet: ſo nimmet dieſe mehr als noch einmahl ſo viel zu, wenn die Lufft mehr als noch einmahl ſo dichte wird. Woraus wahrſcheinlich abzunehmen, daß ſie in der Proportion zunimmet, in welcher die Lufft dichter wird.

In was für Proportion die ausdehnende Krafft der Lufft ab und zunimmet.

§. 92. So bald nur ein wenig Lufft unter die Glocke ABCD kommet; ſo ſteiget gleich etwas Queckſilber in die Röhre GH. Derowegen kan man die Torricellianiſche Röhre unter andern auch darzu brauchen, daß man ſiehet, ob die Lufft-Pumpe Lufft hält, oder nicht. Nehmlich wenn man die Lufft heraus pumpet und es fäl-

Probe der Lufft-Pumpe ob ſie Lufft hält.

Tab. VIII. Fig. 52.

let

let bey Eröffnung des Hahnes das Queckſilber aus der Röhre herunter und bleibet ſo weit nach dieſem unbeweglich ſtehen, ſo bald es herunter gefallen; ſo iſt dieſes eine Anzeigung, daß von auſſen keine Lufft unter die Glocke kommen kan. Woferne aber das Queckſilber, indem es aufhöret zu fallen, gleich wieder in die Höhe ſteiget; ſo iſt ſolches eine Anzeigung, daß ein Ort in der Lufft-Pumpe vorhanden ſey, wo die Lufft mercklich durchkommen kan. Und zwar erkennet man, daß viel Lufft geſchwinde hinein kommen kan, wenn das Queckſilber ſchnelle wieder zurücke ſteiget und bald wieder die Höhe erreichet, welche es herunter gefallen: hingegen nimmet man wahr, daß wenig Lufft auf einmahl hinein kommet, wenn das Queckſilber ſehr langſam in die Höhe ſteiget und erſt nach einer guten Weile wieder ſo hoch zu ſtehen kommet, als es herunter gefallen war. Wenn die Lufft-Pumpe ſo ſchlecht verwahret, daß das Queckſilber ſogleich anfänget in die Höhe zu ſteigen, indem es kaum herunter gefallen; ſo iſt ſie nicht in dem Stande, daß man ein einiges Experiment damit recht machen kan.

Ob ſie lange Zeit Lufft hält.

Will man aber erfahren, ob die Lufft-Pumpe auch lange Zeit Lufft halte, oder nicht, damit man weiß, wie weit man ſich darauf zu verlaſſen hat, wenn ein Verſuch einige Stunden, ja Tage währet; ſo läſſet

man die Torricellianiſche Röhre, nachdem die Lufft ſo weit ausgepumpet, daß das Queckſilber gantz herunter gefallen, unter der Glocke mit der Röhre ABCD ſtehen und ſiehet nach Verlauff einiger Stunden, ja Tage nach, ob etwan von dem Queckſilber etwas in die Röhre GH geſtiegen. Nachdem man nun findet, daß keines hinein kommen, oder nur etwas weniges; ſo erkennet man dadurch, wie lange man der Lufft-Pumpe trauen darf. Woferne es aber gleich geſchehen ſollte, daß nach Verlauf vieler Stnnden, ja gar einiger Tage, etwas Lufft ſich hinein ſchliecke; ſo iſt doch dieſer Fehler der Lufft-Pumpe ſo beſchaffen, daß man auf ihn in denen gewöhnlichen Verſuchen, die kaum eine Viertel-Stunde dauren nicht zu ſehen hat. Ja auch bey denen, damit man gantze Stunden zubringet, hat es alsdenn nichts zu ſagen.

Wie zu erfahren, ob die Schweere der Lufft zu dem Auspumpen etwas beytrage.

§. 93. Wenn man acht hat, wie viel auf einmahl Queckſilber herunter fället, indem man die Lufft auspumpet, und wie viel Züge man thun muß, damit es gantz aus der Röhre gehet; ſo kan man vermittelſt der Torricellianiſchen Röhre auch ſehen, ob eben ſo viel Lufft auf einen Zug ausgepumpet wird, wenn die Lufft bloß durch die ausdehnende Krafft ſich auspumpen läſſet, als wenn ihre Schweere auch dabey Platz finden könnte. Und alſo läſſet ſich derjenige

ge Verſuch, den wir vorhin (§. 82.) zu dem Ende beygebracht, vermittelſt der Torricellianiſchen Röhre viel leichter und ſicherer anſtellen. Nur iſt zu mercken: weil die Glocke ABC eine lange Röhre CD hat, damit die Torricellianiſche GH darunter Platz findet; die Röhre von Meßing, welche wir damahl gebrauchet, zu kurtz iſt, indem noch ein Theil Lufft in der Röhre CD durch die Schweere hinein fallen könte. Ob man ſie nun zwar brauchen kan, wenn man nicht gar zu ſorgfältig ſeyn will, indem doch der gröſte Theil von der Lufft, der ausgepumpet wird, in der Glocke ABC iſt; ſo kan man doch auch leicht die Sache ſo einrichten, damit kein hartnäckiger Gegner, als denen zu Gefallen dieſer Verſuch bloß angeſtellet wird, weil die Sache aus der Beſchaffenheit der Schweere der Lufft zur Gnüge bekandt iſt (§. 86.), etwas dargegen einwenden kan. Man läſſet eine meßingene Hülſe ML mit einer Schraube LK machen, damit man ſie auf den Teller der Lufft-Pumpe anſchrauben kan. In dieſe Hülſe wird eine gläſerne Röhre MN in eben der Länge, wie die Torricellianiſche, daß ſie nehmlich bey nahe bis an den Deckel der Röhre an der Glocke reichet, feſt eingekittet. Man brauchet zu dergleichen Kütt drey Löffel Ziegel-Mehl, 1 Pfund Pech und einen halben Löffel Wa-

Tab. VIII. Fig. 52.

Wie der Verſuch mit Vorſichtigkeit anzuſtellen.

Tab. VIII. Fig. 53.

Kütt Gläſer einzukütten.

gen-

Wie der Versuch noch auf andere Art anzustellen.

genschmier. Wolte man es mit weiten Glocken versuchen; so könnte man dergleichen dazu brauchen, wo oben ein Würbel daran kommet und die wir unten beschreiben werden. Denn man dörfte den Würbel nur oben heraus nehmen, die Torricellianische Röhre dadurch stecken und den übrigen Raum der Eröffnung mit Baumwachs verschmieren, oder, wenn es wegen der Hitze in heissen Sommer-Tagen zu weich ist, auf andere beliebige Weise wieder den Zugang der Lufft verwahren; so könnte man die Röhre behalten, die wir oben dabey gebrauchet. Es ist aber die Sache kaum von der Wichtigkeit, daß man so viel Mühe darauf wendet.

Wie Wasser und Lufft zugleich mit einander drucken.

§. 94. Wenn man die Torricellianische Röhre mit dem Gefäßlein, darinnen das Queckſilber ist, unter das Wasser tauchet; so steiget oben das Queckſilber den vierzehenten Theil von der Tieffe des Wassers darunter das Queckſilber im Gefäßlein stehet, höher als es vorher stund, und nimmet die Höhe des Queckſilbers in eben dieser Proportion zu, je tieffer man das Gefäßlein unter das Wasser sencket. Damit man es bequem unter das Wasser sencken könnte, so habe ich ein Glaß mit einem engen Halse BA dazu genommen und die Torricellianische Röhre CD hinein gesetzet: jedoch war der Halß so weit, daß noch neben der Röhre Wasser hinein kommen konnte.

Tab. VIII. Fig. 54.

Um

Um den Halß A habe ich einen Bindfaden gebunden, damit ich das Glaß AB so tief unter das Wasser sencken konnte, als mirs beliebte. Und also siehet man, daß, wenn der äussere Druck auf das Queckſilber im Gefäßlein vermehret wird, daſſelbe in der Röhre in die Höhe steiget: woraus zugleich erhellet, daß die Lufft mit dem Wasser ihre Krafft zu drucken vereiniget und solchergestalt eine sehr leichte flüßige Materie mit einer gar viel schweereren zugleich drucket, auch die leichtere ihren Druck durch die Schweere fortsetzet (§. 86.), welches oben durch andere Versuche bereits ausgemacht worden (§. 42.). Weil auch das Queckſilber eben um so viel höher steiget, wie es die Proportion der Schweere des Wassers zu seiner Schweere erfordert; so ist daraus abzunehmen, daß oben in der Röhre über dem Queckſilber demselben nichts wiederstehet, indem es höher steigen will, und solchergestalt der obere Raum in der Röhre in der That entweder gantz leer, oder doch mit gar sehr weniger Lufft erfüllet sey. Wenn man die Röhre nicht gar zu lang macht, so könnte man sie im Wasser so tief eintauchen, bis das Queckſilber oben anstösse; so würde man dadurch inne werden, ob oben über dem Queckſilber noch einige oder gar keine Lufft vorhanden sey. Hätte man es in anderen Fällen nöthig zu wissen, ob der Raum in der Röhre über

Daß die Torricellianische Röhre oben von Lufft leer sey.

über dem Queckſilber von aller Lufft gantz frey ſey oder nicht; ſo dörffte man nur ein Gefäſſe nehmen, welches etwas höher wäre als der obere leere Theil der Röhre lang iſt und die Röhre mit dem Queckſilber hinein ſetzen: denn wenn man dieſes Gefäſſe mit Queckſilber füllen wollte bis bey nahe oben an, ſo müſte es auch in der Röhre um ſo viel höher ſteigen und demnach endlich bis oben anſtoſſen. Man erkennet vor ſich, daß dieſes Gefäſſe ſehr enge ſeyn müſſe, damit man nicht ohne Noth allzuviel Queckſilber zu dem Verſuche nöthig hat. Ich habe darzu ein cylindriſches Glaß machen laſſen, welches 675 Scr. lang und im Diameter 64 Scr. weit iſt. Man könnte es auch noch viel enger nehmen, indem die Weite deſſelben gar nichts dazu beyträget (§. 34.) und nur etwas weniges weiter ſeyn darf, als daß die Torricellianiſche Röhre darinnen Raum hat.

Erinnerung.

Tab. VIII. Fig. 55.

Wie Lufft und Queckſilber der äuſſeren Lufft an dem Drucke gleich werden.

§. 95. Wenn man etwas Lufft in die Torricellianiſche Röhre über das Queckſilber hinein läſſet, ſo fället daſſelbe gleich tieffer herunter. Läſſet man noch mehr hinein; ſo fället es noch tieffer herunter. Da wir aus dem vorhergehenden zur Gnüge verſichert ſind, daß das Queckſilber mit der äuſſeren Lufft die Wage hält (§. 91.); ſo kan man auch nicht anders ſchlüſſen, als daß das Queckſilber mit der inneren Lufft zuſammen

der

der äuſſeren Lufft, die auf das Queckſilber im Gefäßlein drucket, die Wage hält. So viel als von dem Queckſilber herunter fället, indem etwas Lufft hinein kommet; ſo viel wird an dem inneren Drucke in der Röhre durch die Lufft erſetzet, welche man hinein gelaſſen. Nun iſt das Queckſilber über 11000 mahl ſchweerer als die Lufft (§. 86.). Derowegen wenn das Queckſilber, ſo herunter fället, indem Lufft hinein kommet, durch die Schweere der Lufft ſollte erſetzet werden; ſo könnte nur der eilf tauſende Theil Queckſilber heraus fallen, als Lufft hinein gelaſſen worden. Da nun dieſes nicht geſchiehet, ſondern vielmehr eine groſſe Menge Queckſilber heraus fället, in der That vielmehr als Lufft hinein gelaſſen worden; ſo iſt klar, daß die Lufft hier nicht mit ihrer Schweere den Abgang des Druckes durch das herunter fallende Queckſilber erſetzet. Es geſchiehet demnach ſolches durch ihre ausdehnende Krafft, in deren Anſehung die Schweere der Lufft gar was ſehr geringes iſt (§. 88.). Ja wenn wir dieſes noch nicht aus dem vorhergehenden wüſten; ſo könnten wir es ſelbſt hieraus lernen. Denn da vermöge der Schweere der Lufft, die man hinein läſſet, kaum eine Haarbreite Queckſilber heraus fallen könnte; ſo zeiget es der Augenſchein, daß weit mehr Queckſilber heraus fället, als die Lufft austräget, die hinein gelaſſen wird,

wird, wenn man sie so dichte in einem Raume bey einander behielte, als sie von aussen um die Röhre herum ist. Man siehet demnach, daß die ausdehnende Krafft der Lufft, welche in der Röhre eingeschlossen ist, so starck ist als die Schweere des Queckſilbers, welches herunter fället. Nehmlich die Lufft, welche hinein gelassen wird, ist anfangs so dichte, wie die äussere, und demnach ihre ausdehnende Krafft der Schweere der gantzen Lufft gleich. Demnach könnte sie allein mit ihr im wagerechten Stande verbleiben und wäre gar kein Queckſilber in der Röhre nöthig. Solchergestalt wenn der gantze leere Theil mit Lufft erfüllet würde; machte die ausdehnende Krafft der Lufft und die Schweere des Queckſilbers zuſammen zweymahl so viel aus, als der Wiederſtand von der gantzen Lufft. Wird aber nicht der gantze Theil der Röhre, so von Queckſilber leer ist, mit so dichter Lufft erfüllet, als die äussere um die Röhre ist; so breitet sich doch die Lufft, welche hinein gelassen wird, durch den gantzen leeren Raum aus und wird dadurch ihre ausdehnende Krafft geringer (§. 81.). Allein da die Schweere des Queckſilbers allein dem Wiederſtande der gantzen Lufft gleichet (§. 90.); so muß hingegen dieſelbe mit der ausdehnenden Krafft der über dem Queckſilber sich befindlichen Lufft zugleich demſelben

ben überlegen seyn. Und demnach beginnet in beyden Fällen das Queckſilber herunter zu fallen. Indem ſolches geſchiehet, breitet ſich die Lufft weiter aus und erfüllet zugleich den Raum, den das Queckſilber verläſſet, und ſolchergeſtalt nimmet ihre ausdehnende Krafft ab. Wenn demnach ſie ſo weit abgenommen, daß das noch übrige Queckſilber mit ihr dem Wiederſtande der Lufft gleich wird; ſo kan weiter kein Queckſilber heraus fallen. Unterdeſſen ſtehet es nun um ſo viel niedriger, jemehr Lufft hinein gelaſſen worden.

Wie genau ſich die Lufft auspumpen läſſet

§. 96. Wenn man die gläſerne Röhre HG voll Lufft in das Gefäßlein mit Queckſilber EF ſetzet und die Glocke ABC mit der langen Röhre CD darüber decket, hernach die Lufft auspumpet; ſo nimmet man wahr, daß bey jedem Zuge etwas Lufft aus der Röhre HG durch das Queckſilber im Gefäſſe EF fähret. Weil das Queckſilber wegen ſeiner Schweere der Lufft ſtarcken Wiederſtand thut; ſo fähret ſie auch mit vieler Geſchwindigkeit durch und ſtöſſet das Queckſilber in die Höhe. Derowegen weil es Gefahr bringet, woferne daſſelbe aus dem Gefäßlein heraus geworffen wird, indem man dadurch die Lufft-Pumpe verderben kan; ſo gehet man am ſicherſten, wenn man den Stempel bey eröfnetem Hahne heraus ziehet, damit die Lufft aus der

Tab. VIII. Fig. 52.

Vorſichtigkeit, ſo dabey zu gebrauchen.

Wie die Lufft rein auszupumpen.

Röhre nicht auf einmahl, ſondern nach und nach heraus fähret. Ich habe auch wahrgenommen, daß, wenn der Stempel gantz biß an den Boden gangen, nachdem man gepumpet, und man nicht die geringſte Lufft mehr verſpüret, ſo ſich hätte heraus pumpen laſſen, dennoch noch auf einige Züge etwas Lufft aus der Röhre durch das Queckſilber durch gegangen. Woraus man ſiehet, man habe mit dem Auspumpen noch fort zu fahren, auch wenn man nicht mehr mercket, das einige Lufft weiter heraus gehet, wenn was daran gelegen iſt, daß die Lufft gantz reine ausgepumpet wird. So bald man Lufft von auſſen hinein gelaſſen, iſt das Queckſilber in die Röhre hinauf geſtiegen, jedoch nicht völlig ſo hoch, als wenn man ſie auſſen in der Lufft gefüllet (§. 90.), wiewohl nur ein weniges gefehlet. Die Urſache iſt keine andere als dieſe, daß oben etwas Lufft noch geblieben, welche ſich nicht hat heraus pumpen laſſen, weil ſie den Wiederſtand des Queckſilbers nicht überwinden können (§. 95.). Als ich an ſtat des Queckſilbers Waſſer in das Gefäſſe EF gefüllet und den Verſuch wiederhohlet; ſo iſt das Waſſer viel höher als das Queckſilber geſtiegen, indem oben in der Röhre nur eine Linie hoch leer geblieben: woraus man erſiehet, daß die Lufft ſich bis auf gantz was weniges aus der Röhre auspumpen läſſet, zumahl da

be-

bekandt ist, daß die Lufft in dem kleinen Raume viel dünner ist als die äussere (§. 95.) und dahero noch vielweniger seyn würde, wenn sie eben so dichte wäre als wie die äussere. Bey dem Wasser hat man noch besser sehen können, wie sich die Lufft aus der Röhre auspumpen lassen. Denn da anfangs viel Blasen auf einmahl heraus gegangen, sind nach diesem immer weniger kommen, bis zuletzt nur eine auf einmahl heraus gefahren. Jedoch sind die letzten Blasen viel grösser gewesen, als die ersten, weil nemlich die Lufft sich mehr ausbreiten können, indem sie unter der Glocke weniger Wiederstand gefunden. Ja etliche mahl ist auch eine Blase heraus kommen, wiewohl etwas langsam, auch da man nicht mehr verspüret, daß sich die Lufft auspumpen lassen.

Wie man es am deutlichsten siehet.

§. 97. Ich habe nach diesem eine kleine gläserne Kugel AB mit einer Röhre BC von ohngefehr 4 bis 5 Zollen genommen (es ist an der Weite der Kugel und an der Länge der Röhre nichts gelegen) und sie in ein Glaß DE mit Wasser gesetzet. Nachdem ich das Glaß mit der Kugel auf den Teller der Lufft-Pumpe gebracht und eine gläserne Glocke darüber gedecket; habe ich die Lufft ausgepumpet. Da ich denn wahrgenommen, daß anfangs bey jedem Zuge viel Blasen auf einmahl und schnelle hinter einander aus der Eröffnung der Röhre C her-

Wie alles, was bey dem Auspumpen der Lufft vorgehet, in Augenschein zu bringen. Tab. VIII. Fig. 56. Beschreibung des Versuches.

heraus gegangen, die doch aber kaum einer Erbeis groß gewesen. Nach diesem hat die Zahl der Blasen immer abgenommen; aber sie sind grösser worden und langsamer nach einander heraus gefahren, bis endlich nur drey, nach dem zwey und gantz zuletzte nur eine heraus kommen, die sich sehr langsam von der Röhre loß gerissen. So bald ich wiederum Lufft unter die Glocke gelassen; ist das Wasser aus dem Glase DE durch die Röhre CB in die Kugel BA hinein gestiegen und hat dieselbe bey nahe gantz erfüllet, dergestalt daß kaum eine Blase wie eine Erbeis übrig geblieben. Wenn irgendswo Lufft unter die Glocke hinein dringen kan, indem man auspumpet: so steiget gleich Wasser in die Röhre BC und unerachtet es bey den folgenden Zügen gleich wieder heraus gehet, steiget es doch auch gleich wieder und zwar in grösserer Menge durch die Röhre CB bis in die Kugel AB. Daher man diesen Versuch auch mit dazu brauchen kan, daß man inne wird, ob Lufft unter die Glocke kommen kan oder nicht, und, wenn solches geschiehet, ob viel oder wenig auf einmahl kommet. Die Ursache von allen Umständen, welche sich bey diesem Versuche ereignen, lässet sich durch dasjenige gar wohl begreiffen, was im vorhergehenden ausgemachet worden. Durch das Auspumpen wird die Lufft unter der Glocke dün-

Zufällige Begebenheit.

Wie man erfähret, ob die Lufft-Pumpe Lufft durchlässet.

dünner (§. 80.) und dadurch ihre ausdehnende Krafft geringer (§. 81). Derowegen drucket sie nicht mehr so starck auf das Wasser im Gefässe DE als die Lufft in der Kugel AB durch die Röhre BC, folgends muß das Wasser weichen und die Lufft fähret aus der Röhre heraus, welche durch das Wasser in dem Glase in die Höhe steiget, weil sie gar viel leichter ist als das Wasser (§. 88). Anfangs wird auf einmahl viel Lufft unter der Glocke weggepumpet, darnach immer weniger (§. 80.), und deswegen gehet auch anfangs auf einmahl viel Lufft aus der Kugel AB durch die Röhre BC, nach diesem aber immer weniger. Und demnach dienet auch der gegenwärtige Versuch dazu, daß man sehen kan, wie nach und nach immer weniger Lufft ausgepumpet wird, indem man die Blasen zehlet, so bey einem jeden Zuge auf einmahl heraus fahren. Wenn man Glocken von verschiedener Grösse nach einander darüber decket und den Stempel aus dem Rohre der Lufft-Pumpe einmahl so weit heraus windet als das andere; so siehet man, wie unter kleineren Glocken mehr Lufft auf einen Zug heraus fähret, auch die Lufft insgesamt aus der Kugel geschwinder ausgepumpet wird, als unter grösseren. Woraus zugleich zu ersehen, daß die Lufft in der Kugel AB eben solche Veränderungen leidet, als

Erklärung dessen, was sich bey dem Versuche zeiget.

Wie man erkennet, daß sich die Lufft in verschiedenen Zügen ungleich auspumpet.

die unter der Glocke. Anfangs ist die ausdehnende Krafft der Lufft starck, nach diesem wird sie immer schwächer (§. 81.). Derowegen kan anfangs die Lufft, welche aus der Kugel AB durch die Röhre BC heraus fähret, den Wiederstand des Wassers im Glasse DE leichter überwinden, und fähret geschwinder durch. Nach diesem aber ist ihr der Wiederstand des Wassers immer schweerer zu überwinden und fähret daher auch längsamer durch. Unterdessen breitet sich anfangs die Lufft weniger aus, nach diesem aber immer mehr, je weniger auf einmahl heraus gepumpet wird (§. 80.) und daher sind auch die Blasen, welche aus der Röhre BC heraus fahren, anfangs kleine, nach diesem aber werden sie immer grösser. Wenn keine Lufft mehr aus der Röhre heraus gehet, so erkennet man zugleich daraus, daß keine Lufft sich mehr heraus pumpen lässet. Indem man nun von aussen Lufft unter die Glocke hinein lässet; so breitet sie sich durch dieselbe aus und drucket nach der Grösse ihrer ausdehnenden Krafft (§. 81.) auf das Wasser im Glase DE. Da ihr nun in der Kugel AB nichts wiederstehet, so drucket sie das Wasser durch die Röhre CB so hoch hinein, bis es mit ihrer ausdehnenden Krafft die Wage hält (§. 95.). Nun hält die Lufft, wie sie unten bey uns ist, mit 31 bis 32 Schuhen

hoch

hoch Wasser die Wage (§. 89.). Derowegen weil die Kugel AB mit der Röhre BC kaum einen halben Schuh hoch ist; so muß das Wasser die gantze Kugel erfüllen. Da es aber gleichwohl nicht geschiehet, sondern oben noch ein kleiner Raum leer bleibet: so erkennet man daraus, daß nicht alle Lufft sich auspumpen lässet. Unterdessen da gleichwohl gewiß ist, daß die Lufft über dem Wasser dünner ist als die äussere (§. 95.); so siehet man daraus, wie gar wenig Lufft zurücke bleibet, wenn man eine gute Lufft-Pumpe hat und die Lufft so reine auspumpet, als sichs thun lässet. Will man auch hier augenscheinlich sehen, wie wenig Lufft durch die letzten Züge heraus gepumpet wird; so kan man nach einem, nach zweyen, nach dreyen und mehreren Zügen wieder Lufft unter die Glocken lassen; so wird sich der Unterscheid aus dem Wasser, welches in die Kugel steiget, zeigen. Denn unerachtet nicht eben völlig so viel Wasser in die Kugel steiget als Lufft heraus gepumpet worden, sondern immer etwas weniger (§. 95.); so haben wir doch an diesem Orte nicht darauf zu sehen, wo wir die Sache nicht genau auszurechnen gedencken, als welches aus andern Gründen (§. 80.) geschehen kan, sondern nur einiger massen in Augenschein bringen wollen, was wir schon durch den Verstand begriffen (§. cit.). Weil das

Daß sich nicht alle Lufft auspumpen lässet.

Wie der Unterscheid bey verschiedenen Zügen sich klärlich zeiget.

Daß der Versuch auch mit Queckſilber angehet.

Queckſilber weit über zwey Schuhe hoch ſtehet, wenn es mit der Lufft die Wage hält (§. 90.), unſere Röhre CB aber mit der Kugel BA kaum einen halben Schuh hoch iſt; ſo kan man ohne mein Erinnern begreiffen, daß mit dem Queckſilber ebenfalls angehen muß, was mit dem Waſſer geſchiehet: nur hat man ſich in acht zu nehmen, daß, da das Queckſilber ſchweer iſt, die Kugel nicht aus dem Glaſe fället und das Queckſilber mit Gefahr verſchüttet wird. Das Waſſer wird in die Kugel durch die äuſſere Lufft hinein getrieben und von ihr erhalten, daß es nicht herunter fallen kan. Derowegen kan es nicht anders ſeyn, als daß daſſelbe wiederum herunter fället, ſo bald die Lufft weggepumpet wird. Jedoch da die Lufft ſehr dünne ſeyn kan, indem ſie noch einen halben Schuh hoch Waſſer erhält (§. 81. 90.); ſo kan auch nicht gleich auf die erſten Züge das Waſſer herunter fallen, ſondern erſt zuletzt, wenn die Lufft dünne genung worden. Unterdeſſen da nicht allein ein wenig Lufft noch oben über dem Waſſer iſt, auch im Auspumpen Lufft aus dem Waſſer im Glaſe durch die Röhre CB in die Kugel BA ſteiget; dieſe Lufft aber ſich weiter ausbreitet, indem die äuſſere dünne gemacht wird (§. 88.): ſo wird das Waſſer zugleich durch die ausdehnende Krafft der Lufft in der Kugel heraus geſtoſſen und fället nicht

nicht allein durch ſeine Schwere herunter. Und findet man dannenhero, daß, wenn viel Lufft oben in der Kugel gelaſſen wird, das Waſſer heraus gehet, wenn, die Lufft unter der Glocke vermöge ihrer ausdehnenden Krafft es noch viel Schuhe hoch erhalten könte. Gantz anders aber verhält es ſich mit dem Queckſilber, wo nicht ſo viel Lufft heraus gehet, indem man die unter der Glocke weggepumpet, abſonderlich wenn man die Kugel mit der Röhre ABC vorher gantz voll gefüllet, damit gar keine Lufft oben zurücke bleibet: wiewohl da das Queckſilber faſt 14mahl ſo ſchweer iſt als das Waſſer (§. 9.), es auch zu fallen anfangen muß, wenn das Waſſer durch ſeine Schweere noch nicht fallen kan.

Beſonderer Umſtand bey dem Queckſilber.

§. 98. Was wir hier mit einer kleinen Kugel unter der Glocke verſuchet, kan man auch mit einer groſſen Kugel in der freyen Lufft verrichten: wobey ſich verſchiedene beſondere Umſtände zeigen, die man bey der kleinen Kugel nicht wahrnimmet. Und erhellet hieraus, daß auch in ſolchen Fällen, wo es auf die Gröſſe nicht ankommet, die man erkennen will, es dennoch nicht allezeit einerley ſey, ob man einen verſuch im groſſen, oder im kleinen anſtellet. Ich habe demnach eine gläſerne Kugel AB im Diameter über 8 Zoll mit einem meßigenen Hahne C, den man nach Gefallen an- und abſchrauben

Wie das Waſſer in eine leere Kugel quillet.

Tab. VIII. Fig. 57. Beſchreibung des Verſuches.

ben kan, auf die Lufft-Pumpe geschrauwbet und die Lufft mit allem Fleisse heraus aus gepumpet. Nachdem solches geschehen, habe ich den Hahn in das Wasser gesetzet und darinnen eröffnet. Alsbald sprang das Wasser bis oben in A an, fiel aber bald zurücke und erfüllete den unteren Theil der Kugel. Nach diesem hat es bloß fortgefahren mit einem Geräusche, dergleichen man bey siedendem Wasser verspühret, hinein zu quellen, bis die Kugel fast gantz voll gewesen und kaum eine Blase, wie eine grosse welsche Nuß, oben übrig geblieben. Wenn man die Lufft nicht reine auspumpet; so bleibet oben ein grösserer Raum leer. Indem das Wasser hinein quillet, siehet es anfangs gantz trübe aus, nicht anders als wenn es voll Saltz wäre, so noch nicht zergangen: nach diesem aber wird es immer heller, bis es zuletzt, wenn keines mehr hinein gehet, so klar ist wie anderes Wasser. Ich habe zu verschiedenen mahlen diesen Versuch mit gläsernen Kugeln, wie oben die küpfferne war (§. 86.), angestellet: aber doch nichts wahrgenommen, was ich nicht auch in der kleineren bemercket hätte. Unterdessen war die Last der Kugel, als das Wasser hinein gieng, sehr schweer, daß, als man es wieder heraus lassen wolte, die Kugel zerbrach, und sahe man alsdenn wie sehr dünne sie auf der einen Seite war.

Warum gar zu grosse Kugeln im Versuche nicht zugebrauchen.

war. Auch iſt bekandt, daß eine groſſe Kugel viel beſchweerlicher auszupumpen iſt als eine kleine. Und demnach ſehe ich keine Urſache, warum man zu gegenwärtigem Verſuche eben ſo gar groſſe Kugeln nehmen ſolle. Denn daß auch das Waſſer die groſſen Kugeln erfüllen müſſe, ſie mögen ſo weit ſeyn als ſie wollen, iſt theils aus demjenigen klar, was von dem wagerechten Stande flüßiger Cörper überhaupt (§. 34.), theils aus dem, was von dem wagerechten Stande der Lufft mit dem Waſſer (§. 89.) geſaget worden. Warum das Waſſer in die Kugel hinein gehet, darf nicht von neuem erkläret werden. Es geſchiehet auf eben dieſe Weiſe, wie es vorhin in die kleine Kugel (§. 97.) kommen. Und demnach iſt hier weiter nichts nöthig, als daß wir unterſuchen, was für Urſachen die beſondern Begebenheiten haben, die wir bey der kleinern Kugel nicht angemercket. Das Waſſer iſt demnach anfangs in die Kugel geſprungen und hat an den Boden oben in A angeſtoſſen, weil es durch den Druck der Lufft eine Krafft erhält bis 32 Schuhe hoch zu ſteigen (§. 90.) und anfangs im Glaſe ihm nichts wiederſtehet, indem unten an der Eröffnung des Hahnes, wo es hinein kommet, noch kein Waſſer lieget. Das folgende findet von dem vorhergehenden, dadurch es ſteigen ſoll, um ſo viel mehr Wiederſtand, je mehr

Urſachen der beſonderen Begebenheiten.

jemehr bereits Waſſer in der Kugel iſt und dadurch wird es gehindert, daß es nicht mehr in die Kugel hinein ſprützet, ſondern bloß quillet. Wir haben ſchon vorhin beyläuffig angemercket (§. 86.) und werden es unten an ſeinem Orte noch augenſcheinlicher zeigen, daß viel Lufft in dem Waſſer iſt. Derowegen wenn das Waſſer in einen Ort kommet, wo entweder gar keine Lufft iſt oder doch ſehr dünne, ſo beginnet ſich die Lufft innerhalb dem Waſſer auszubreiten und bildet gantz kleine Bläſelein, die nicht deutlich zu erkennen ſind, weil ſie kleine ſeyn, wegen ihrer Menge aber das Waſſer undurchſichtig machen und ſeine Farbe ändern. Wenn nun die Kugel mit Waſſer erfüllet iſt, ſo wird auch daſſelbe nach dieſem keinen Raum finden, da der in ihm eingeſchloſſenen Lufft nichts wiederſtehet, und ſolchergeſtalt findet die Lufft keine Gelegenheit ſich auszubreiten. Daher verſchwinden wiederum die kleine Bläſelein, das Waſſer wird hell und klar und bekommet dadurch ſeine vorige Farbe wieder. Wenn man den Hahn abſchraubet und das Waſſer aus der Kugel wieder heraus läſſet, muß man ſie etwas ſchief halten, damit die Lufft nicht zu ſtarck hinein ſtöſſet: weil dadurch die Kugel gar leicht Schaden nehmen kan, abſonderlich wenn ſie in einem Orte etwas zu dünne iſt.

Lufft innerhalb dem Waſſer.

Vorſichtigkeit im Verſuchen.

§. 99.

§. 99. Ich habe zwar schon oben gewiesen, daß die Lufft durch ihre ausdehnende Krafft aus einem grossen Gefässe das Wasser alles heraus treiben kan, indem die äussere Lufft weggepumpet wird (§. 88). Damit man aber diese ausdehnende Krafft noch besser kennen lernete, habe ich ein kleines cylinderisch Gläßlein AB im Diameter 9 Linien weit, in der Mündung aber nur 1½ L. mit Wasser gantz voll gefüllet und darein eine gläserne Röhre CD, die an beyden Enden offen war, gekittet. Man kan es auch nur mit Baumwachse verwahren, wenn das Wetter nicht gar zu warm ist: denn sonst wird das Baumwachs weich und fasset nicht überall recht an, sondern lässet der Lufft Raum, daß sie aus dem Glase heraus kan. Bey warmem und kaltem Wetter kan man auch Siegel-Lack dazu brauchen, wiewohl man auch hierbey wohl darauf zu sehen hat, daß überall alles wohl verwahret wird, woferne man nicht in seinem Versuche Anstoß leiden will. Die Röhre CD war 3 Schuhe lang, damit ich sie mit dem Glase unter die Glocke mit der langen Röhre ABCD setzen konnte. Es blieb aber oben über dem Wasser in dem Gläßlein ohngefehr einer Erbeis groß Wasser, nehmlich was um die Röhre herum in einem Raume von 1½ Linien hoch in dem engen Hälßlein, der nur 1½ Linie weit war, sich

Wie gar viel die ausdehnende Krafft der Lufft vermag.

Tab. VIII. Fig. 58. Beschreibung des Versuches.

Handgriff.

Fig. 52.

ſich verhalten konnte. Als die Lufft ausgepumpet wurde, ſtieg gleich auf den erſten Zug das Waſſer zu der gantzen Röhre CD in die Höhe und lief oben in D heraus. Dieſes gieng in den übrigen Zügen ſo fort, daß endlich das Waſſer alle bis an die unterſte Eröffnung der Röhre C, die bey nahe bis an den Boden des Glaſes gieng, oben heraus lieff. Bey dem andern Zuge ward das Waſſer in der Röhre voller Bläſelein, daraus man die Geſchwindigkeit der Bewegung wahrnehmen konnte. Als das Waſſer ſich aufhörete zu bewegen und in der Röhre ſtille ſtund, indem bey verſchloſſenem Hahne der Stempel aus dem Rohre der Lufft-Pumpe zum dritten mahle heraus gezogen ward, wurden die Blaſen groß und erfülleten den gantzen Raum der Röhre nach ihrer Weite. Dadurch ward das Waſſer in der Röhre getrennet und die Lufft ſetzte ſich darzwiſchen. Deſſen ungeachtet fuhr das Waſſer oben in D mit der Lufft, die ſich darzwiſchen geſetzet hatte, zugleich heraus, als der Hahn von neuem eröffnet ward. Wie es zugehet, daß das Waſſer aus dem Glaſe AB durch die Röhre CD in die Höhe ſteiget, iſt zur Gnüge aus dem vorhergehenden (§. 88.) zu verſtehen und darff hier nicht wiederhohlet werden. Hier hat man bloß darauf zu ſehen, daß ſo gar wenig Lufft das Waſſer durch drey

Fig. 58.

Beſondere Begebenheiten.

Schu-

Schuhe hoch in die Höhe treiben kan, indem sie Freyheit bekommet sich auszubreiten. Und unerachtet die Röhre CD sehr enge ist; so weiß man doch, daß das Wasser in ihr so starck wiederstehet, als wenn es ein Cylinder von einer solchen Weite wie das Glaß wäre (§. 57.). Nun hält das Glaß im Diameter 9 Linien und demnach ist es eben so viel als wenn die Lufft eine Kugel über 3 Schuhe hoch in die Höhe triebe, welche so schweer wäre wie ein Cylinder Wasser, der im Diameter 9 Linien hat und 3 Schuhe hoch ist. Wollen wir demnach die Schweere dieser Kugel genau erkennen, so dörffen wir nur den Inhalt dieses Cylinders suchen und daraus ferner die Schweere des Wassers finden. Der Inhalt des Cylinders ist 19075 Cubic-Linien und demnach die Schweere $1\frac{1}{4}$ Pfund. Derowegen erkennet man aus gegenwärtigem Versuche, daß so wenige Lufft, wie eine grosse Erbeis, einen Cörper von $1\frac{1}{4}$ Pf. durch eine Höhe von 3 Schuhen treiben kan, wenn sie nur etwas Freyheit bekommet sich auszubreiten. Denn wir sehen, daß es gleich im Anfange geschiehet, wenn die Lufft noch nicht gantz ausgepumpet ist und daher auch noch der inneren im Gläßlein wiederstehet.

Mathematischer Beweis von der Gröſſe der Krafft in der Lufft.

§. 100. Ich habe nach diesem in das Glaß AB an stat des Wassers Queckſilber genommen und anfangs eben so wenig Lufft

Wie die Lufft durch ihre aus-

dehnende Krafft mit dem Queckſilber die Wage hält.

Tab. VIII. Fig. 58.

Lufft darinnen gelaſſen, wie bey dem Waſſer. Nachdem ich zu pumpen angefangen; iſt das Queckſilber kaum ein paar Zoll hoch in der Röhre in die Höhe getreten und daſelbſt ſtehen blieben, als das Waſſer ſchon oben in D heraus lief und ſolchergeſtalt faſt über drey Schuhe geſtiegen war. Dieſes möchte einen anfangs befremden, daß das Queckſilber ſo niedrig ſtehen bleibet, da hingegen das Waſſer oben zur Röhre heraus lauffet. Allein wir wiſſen, daß, da das Queckſilber bey nahe 14 mahl ſo ſchweer iſt als das Waſſer (§. 9.), die Lufft das Waſſer 14 mahl ſo hoch treiben kan als das Queckſilber. Wenn ſie demnach das Waſſer 3 Schuhe oder 30 Zoll hoch treibet, ſo muß ſie das Queckſilber nur etwas über 2 Zoll hoch treiben. Und ſtimmet gegenwärtige Erfahrung mit dem überein, was von der verſchiedenen Schweere des Waſſers und des Queckſilbers und dem wagerechten Stande der flüßigen Materien oben erwieſen worden (§. 9.). Nachdem ich die Lufft reine ausgepumpet, iſt das Queckſilber nicht höher als auf einige Zoll geſtiegen und darüber nicht zu bringen geweſen. Wenn man es genau wiſſen wollte, dörffte man nur die Röhre CD in Linien ordentlich eintheilen. Allein da wir hier ohnedem nicht in dem Stande ſind es genau auszurechnen, wie hoch das Queckſilber

ſilber ſteigen muß, wenn die Lufft reine ausgepumpet; ſo iſt auch nicht nöthig den Verſuch ſo gar umſtändlich anzuſtellen. Unterdeſſen läſſet ſich gar wohl begreiffen, warum das Queckſilber nur auf eine ſo gantz geringe Höhe zu bringen. Es iſt wohl wahr, daß, indem durch ferneres Pumpen die Lufft unter der Glocke mit der Röhre dünner gemachet wird (§. 80.), ihre ausdehnende Krafft geringer wird (§. 81.) und daher die ausdehnende Krafft der eingeſchloſſenen Lufft im Glaſe weniger Wiederſtand findet. Allein ſo bald ſie das Queckſilber weiter in die Höhe drucket, wird mehr Raum im Glaſe, wo ſie eingeſchloſſen iſt, und breitet ſie ſich dannenhero weiter aus. Hierdurch aber wird ihre eigene Krafft geſchwächet (§. 81.) und kan ſie dannenhero nicht mehr ſo viel Queckſilber ertragen, als von ihr würde geſchehen ſeyn, wenn ſich ihre Krafft nicht vergeringert hätte. Und demnach iſt klar, daß, je mehr Lufft darinnen gelaſſen wird, je höher kan das Queckſilber getrieben werden. Jedoch iſt nicht möglich, daß es jemahls ſo hoch ſteiget als in einer oben zugeſchmeltzten Röhre, die von Lufft leer iſt, in der freyen Lufft. Denn da die ausdehnende Krafft der eingeſchloſſenen Lufft anfangs der Schweere der gantzen Lufft gleich iſt (§. 31. Aerom.); ſo iſt ſie ſo groß als die Schweere des Queckſil-

Urſache davon.

bers in der Torricellianischen Röhre in freyer Lufft. Allein da sie sich durch einen grösseren Raum ausbreiten muß, wenn sie das Queckſilber in die Röhre treibet; so wird auch dadurch ihre ausdehnende Krafft geringer als die Schweere der gantzen Lufft und solchergestalt muß sie weniger Queckſilber erhalten, als die Schweere der gantzen Lufft in der Torricellianischen Röhre erhält. Derowegen da die Röhre bis 3 Schuhe hoch ist, das Queckſilber aber durch die Schweere der gantzen Lufft nicht 2½ Schuh hoch erhalten wird (§. 90.); so ist nicht möglich, daß es wie das Waſſer oben zur Röhre in D heraus steigen kan.

Wie man durch die ausdehnende Krafft der Lufft das Queckſilber so hoch bringet, als es die Schweere der gantzen Lufft erhält.

Unterdessen wenn das Gefässe AB in Ansehung der Röhre sehr weit ist, kan das Queckſilber in der Röhre CD so hoch steigen, daß seine Höhe von derjenigen nicht mercklich unterschieden ist, die es in der freyen Lufft erreichet. Hiermit stimmet Vernunfft und Erfahrung mit einander überein. Ich habe ein viereckichtes Glaß genommen, daß 15 Linien ins gevierdte breit war: die Röhre aber war im Diameter nur eine Linie weit. Da ich dieses Gefässe unter die Glocke mit der langen Röhre brachte, war kein mercklicher Unterscheid unter der Höhe des Queckſilbers, die es durch die ausdehnende Krafft der eingeschlossenen Lufft im Glase erreichte, und unter der die in

der

der freyen Luft in der Torricellianiſchen zu ſpüren. Nun gehet ſo viel Queckſilber aus dem Gefäſſe heraus, als in die Röhre hinein ſteiget, und demnach verhält ſich die Höhe des Queckſilbers in der Röhre CD zu der Höhe im Gefäſſe AB, um welche es darinnen abgenommen, wie die Grundfläche des Glaſes zu der Grundfläche der Röhre, das iſt, bey nahe wie 225 zu $\frac{3}{4}$ (§. 580. Geom. Lat. & §. 147. 168. Geom.), oder wie 900 zu 3, oder wie 300 zu 1 (§. 74. 75. Arithm.). Es ſtehet aber das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre unter der Schweere der gantzen Luft ohngefehr 231 Linien hoch (§. 90.). Derowegen wenn es auch durch die ausdehnende Kraft der Luft ſo hoch getrieben würde dörffte es im Gefäſſe nicht viel über $\frac{2}{3}$ von einer Linie abnehmen. Weil nun hierdurch die ausdehnende Krafft im Gefäſſe nicht mercklich vergeringert wird (§. 81.); ſo muß es auch das Queckſilber ſo hoch treiben, wie es in der Torricellianiſchen Röhre ſtehet, und kan ſich kein mercklicher Unterſcheid zeigen. Wenn man dieſen Verſuch anſtellet, ſo muß alles in der Lufft-Pumpe wohl verwahret ſeyn, damit nirgends Luft hinein dringen kan und abſonderlich muß auch die Röhre CD in das Gefäſſe feſte eingekittet ſeyn: denn weil die Lufft von dem Queckſilber in der Röhre ſtarck gedrucket wird (§. 57.); ſo dringet ſie leicht durch,

Mathematiſcher Beweis davon.

Vorſichtigkeit bey dem Verſuche.

wo sie nur das geringste Löchlein finden, oder auch selbst durchbrechen und eines machen kan. Derowegen habe ich wohl eher gefunden, daß der Kütt bey dem ersten Zuge gehalten, bey dem andern aber nach gegeben und die Lufft durchgelassen: welches man daraus abnimmet, wenn das Queckſilber aus der Röhre CD wieder zurücke fället. Die Ursache ist diese, weil der Druck bey dem ersten Zuge geringer ist, als bey dem andern; bey dem andern aber gar mercklich zunimmet (§. 57.).

Warum Sengwerd die Schweere der Lufft zu groß heraus gebracht.

§. 101. Ich habe oben (§. 86.) erinnert, es habe Sengwerd die Verhältniß der Schweere der Lufft zu dem Wasser zu groß heraus gebracht, weil er sie auf eine unrichtige Weise gesucht und es versprochen an seinem Orte zu zeigen. Da wir nun jetzt in dem Stande sind solches zu thun, so soll es auch geschehen, ehe wir weiter fortgehen. Sengwerd hat eine Kugel nicht gantz reine ausgepumpet und nach diesem durch den eröffneten Hahn das Wasser hinein quellen lassen (§. 98.). Er hat die Kugel mit Lufft gewogen, ehe sie ausgepumpet gewesen, und daher erfahren, wie viel Lufft ausgepumpet worden. Endlich hat er zum drittenmahl die Kugel mit dem Wasser gewogen und ist dadurch inne worden, wie viel dasselbe Wasser gewogen. Weil er nun

Wie er seinen Versuch und die Rechnung angestellet.

an-

angenommen, daß so viel Wasser in die Kugel hinein gehe, als man Lufft heraus pumpet; so hat er die Schweere der ausgepumpeten Lufft zu der Schwere des an ihre Stelle hinein gequollenen Wassers für die Verhältniß der Schweere der Lufft zu der Schweere des Wassers angenommen. Allein hierinnen hat er sich anfangs betrogen, daß so viel Lufft heraus gepumpet worden, als Wasser hinein gequollen. Denn die Lufft, so noch in der Kugel über dem Wasser ist, hält mit dem Wasser, so hinein gequollen, zugleich den wagerechten Stand mit der Schweere der gantzen Lufft und bleibet daher dünner als die äussere (§. 94.), Derowegen nimmet sie mehr Raum ein als eben so viel Lufft anfangs in der Kugel einnahm, ehe man einige heraus pumpete, und demnach gehet weniger Wasser in die Kugel als Lufft heraus gepumpet worden. Z. E. Wenn ¾ von derjenigen Lufft, die darinnen war, aus der Kugel wäre ausgepumpet worden; so bliebe nach Sengwerds Meinung noch ¼ von dem Raume der Kugel mit Lufft erfüllet und die übrigen ¾ davon nähme das Wasser ein. Und so sollte es seyn, wenn man nach der Sengwerdischen Manier die Verhältniß der Schweere der Lufft zu der Schweere des Wassers bestimmen will. Allein wenn Lufft und Wasser in der Kugel zugleich ist

Erstes Versehen.

und die Lufft stehet oben darüber, so nimmet sie weit mehr als den vierdten Theil von dem Raume der Kugel ein und daher das Wasser weit weniger als $\frac{3}{4}$ davon. Derowegen hat man zu wenig Wasser in der Kugel: welches gleich viel austräget, indem die Lufft sehr leichte und das Wasser hingegen sehr schweer ist (§. 86.). Ueber dieses wissen wir auch schon aus dem vorhergehenden (§. 98.) und werden es nach diesem noch deutlicher zeigen, daß viel Lufft aus dem Wasser heraus gehet und dannenhero nach diesem die Lufft über dem Wasser vermehret. Nun dörffte man zwar sagen, diese Lufft gehörete zu dem Wasser und würde auch in der That ihre Schweere zu der Schweere des Wassers gerechnet. Allein es kommet hier nicht auf die Schweere, sondern auf den Raum an, den die Lufft über dem Wasser einnimmet. Die Schweere ist was sehr geringes und dörffte öffters wohl kaum einen Gran austragen: aber der Raum, den die Lufft ausser dem Wasser einnimmet, ist merklich unterschieden von demjenigen, den sie innerhalb demselben einnimmet. Wenn das Wasser in einem Orte ist, wo die Lufft ausgeleeret worden, kan man die Blasen innerhalb dem Wasser sehen: so bald aber wieder Lufft hinein kommet und auf das Wasser drucket, verschwinden sie auf einmahl. Derowegen

Anderes Versehen.

müs-

müssen sie grösser seyn, indem sie aus dem Wasser heraus gehen, als wenn sie darinnen verborgen bleiben, und demnach nimmet die Lufft ausser dem Wasser mehr Raum ein, als innerhalb demselben. Ja da ich angemercket und künfftig noch umständlicher solches anzeigen werde, daß die Lufft sich noch mehr ausbreitet, wenn sie aus dem Wasser heraus kommet; so könte vielleicht auch dieser Ursachen halber die Lufft über dem Wasser noch mehr Raum einnehmen, als innerhalb demselben. Ich rede aber mit Fleiß zweiffelhafft, weil die Grösse des Raumes, den die Lufft über dem Wasser einnimmet, durch die Schweere der äusseren Lufft und des in der Kugel enthaltenen Wassers determiniret wird (§. 95.): welches alles, in was für einem Maasse es geschiehet, sich hier nicht genau bestimmen lässet.

Warum das Wasser aus einem Glase nicht heraus laufft, so eine enge Eröffnung hat.

§. 102. Es ist eine bekandte Sache, daß, wenn man ein Glaß, das allenthalben zu ist und nur eine enge Eröffnung hat gerade umkehret und in dieser Lage vor sich hält, nicht der geringste Tropffen Wasser heraus läufft; sondern das Wasser vielmehr darinnen verbleibet, als wenn es gar keine Schweere hätte. Die Ursache ist leicht zu errathen, wenn man dasjenige inne hat, was durch die vorhergehende Versuche ausgemacht worden. Wir wissen nehmlich, daß die Lufft das Wasser 31 bis 32

Schuhe hoch durch ihren Druck in der Höhe erhalten kan, wenn es in einem Behältnisse ist, welches oben fest verwahret, damit keine Lufft daselbst darauf drucken kan (§. 89.). Derowegen kan sie vielmehr daß Wasser einen und den andern Zoll hoch erhalten in den Gläsern, wovon die Rede ist. Nun gehet es nicht an, daß Lufft und Wasser in einer engen Eröffnung einander ausweichen, und daher ist es auch nicht möglich, daß das Wasser heraus lauffen kan. Daß dieses mit eine Ursache sey, erhellet daraus, weil man die Gläser mit engen Eröffnungen beugen darf, wenn man verlanget, daß Wasser heraus lauffen soll; in welchem Falle man augenscheinlich siehet, daß die Lufft zugleich hinein und das Wasser heraus gehet. Derowegen wenn man das Glaß zu starck beuget, daß sich die innere Eröffnung des Halses versetzet und dadurch wiederum verhindert wird, daß Lufft und Wasser einander ausweichen können; so gehet abermahls kein Tropffen Wasser weiter heraus. Und aus dieser Ursache mag man eine enge Röhre mit einer Kugel, die voll Wasser ist, so schief halten als man will; so läufft doch kein Tropffen Wasser heraus: denn in einer Röhre, die auch nur etliche Zoll lang ist, kan Wasser und Lufft niemahls einander ausweichen, sie mag liegen wie sie will, wenn

Daß Lufft und Wasser in einer engen Eröffnung einander nicht weichen können.

Warum aus einer schief liegenden engen Röhre kein Wasser läufft.

wenn nicht etwan ein kleines Bläselein hinein kommet, welches die gantze Röhre nach ihrer weite nicht erfüllet, damit neben ihm das Wasser zur Seite noch herunter fliessen kan. Ja man wird auch finden, wenn man nur genau darauf acht hat, daß, wenn eine Blase Lufft durch das Wasser in einer Röhre in die Höhe steiget, dieselbe nicht kugelrund verbleibet, sondern vielmehr oben etwas länglicht wird, damit das Wasser neben ihr herunter kommen kan, indem sie hinauf fähret. Auch findet man, wenn das Bläselein geschwinde in die Höhe steiget, daß es zittert: welches anzeiget, daß es von der Höhe wieder etwas hernieder und von einer Seite gegen die andere gestossen wird. Und eben aus dieser Bewegung erhellet, daß Lufft und Wasser einander in einem engen Orte nicht wohl ausweichen können. Damit man nun desto mehr versichert seyn möchte, daß ich in allem die wahre Ursache angegeben: so habe ich eine Kugel AB mit einer engen Röhre CB, die nemlich im Lichten nicht viel über eine Linie war, voll Wasser gefüllet. Damit es desto geschwinder geschähe, habe ich es vermittelst der Lufft-Pumpe gethan (§. 97.). Und weil daselbst eine Blase Lufft in der Kugel verblieben, welche durch die Röhre, so voll Wasser war, nicht heraus gehen konte aus vorhin

Wie kleine Bläslein darinnen hinauf steigen.

Tab. IX. Fig. 59.

Die gegebene Erklärung wird durch einen Versuch bestetiget.

Wie die Lufft in engen Röhren durchs Wasser zu bringen.

gezeigter Ursache: so habe ich einen Drath durch die Röhre bis in die Lufft gestecket und die Kugel ein wenig geschüttelt, damit die Lufft an dem Drathe nach und nach in die Höhe stieg. Und sahe man hier wie die Blasen von dem Drathe in der Mitten eingedruckt worden, daß sie daselbst keine Dicke behielten. Als ich die Lufft heraus hatte, füllete ich den leeren Raum in der Röhre durch Hülffe eines kleinen Stechhebers (§. 90.). Diese Kugel habe ich unter einer Glocke dergestalt aufgehangen, daß die Röhre mit ihrer Eröffnung C gerade unter sich gieng, und nach diesem die Lufft weggepumpet. Da denn das Wasser nach und nach heraus gefallen, so bald die Lufft genung heraus gepumpet worden. Denn weil die gantze ausdehnende Krafft der Lufft unter der Glocke, als welche so groß ist wie die Schweere der gantzen Lufft, das Wasser 31 bis 32 Schuhe hoch erhalten kan (§. 89.); so muß freylich dieselbe sehr dünne gemacht und dadurch ihre Krafft sehr geschwächet werden, ehe das Wasser schweerer wird als sie, und daher durch sie nicht mehr zurücke gehalten werden kan (§. 81.). Ich habe auch einen Theil von einer engen Röhre, die oben zugeschmeltzt gewesen, mit Wasser gefüllet unter der Glocke aufgehangen: so ist gleichfalls das Wasser heraus gelauffen, indem die Lufft

Anderer Versuch.

her-

heraus gepumpet gewesen. Es ist gut, wenn man zu diesen Versuchen Wasser braucht, welches von der Lufft vorher gereiniget worden, wie unten (§. 148.) angewiesen wird. Denn sonst entstehen Blasen im Wasser und steigen in die Höhe oder versetzen die Röhre: wodurch verschiedenes anders erfolget, als sonst geschehen würde, weil die Lufft bey anhaltenden Auspumpen sich durch ihre ausdehnende Krafft weiter ausbreitet (§. 80.). Erinnerung.

§. 103. Indem ich dieses erwogen, habe ich vermeinet, es würde auch das Wasser aus einem Gefässe mit einer weiten Eröffnung, sie möchte so weit seyn als sie immer mehr wolte, nicht heraus lauffen, wenn man nur verhindern könte, daß Lufft und Wasser nicht einander ausweichen könten. Nun ist wohl wahr, daß solches nicht geschiehet, wenn die Eröffnung im Wasser stehet: denn weil die Lufft so gar viel leichter ist als das Wasser (§. 86.), das leichtere aber durch das schweerere nicht niedersteigen kan (§. 16.); so ist auch nicht möglich, daß die Lufft durch das Wasser niedersteigen kan: welches gleichwohl geschehen müste, wenn sie in ein Gefässe kommen sollte, dessen Eröffnung unter das Wasser getauchet ist. Allein ich habe verlangt solches in freyer Lufft ausserhalb dem Wasser zu bewerckstelligen. Ich habe dem- Warum das Wasser aus einem Gefässe nicht heraus läuft, so umgekehret wird, wenn es nur mit einem Papiere zu gedeckt.

demnach anfangs ein Bier-Glaß im Diameter etwas über zwey Zoll voll Waſſer gegoſſen und ein Papier ſtat eines Deckels darauf geleget, jedoch daß das Papier nur rings herum über den Rand ein wenig hervor ragete. Dieſes Papier habe ich mit der lincken flachen Hand feſt angedruckt, mit der rechten das Glaß in der Mitten gefaſſet, die lincke Hand geſchwinde gewendet, daß ſie unten und der Boden in die Höhe zu ſtehen kommen, nach dieſem das Glaß mit der rechten Hand zum Aufheben bequemer gefaſſet und es ſo dann gerade auf in die Höhe gehoben; ſo iſt das Papier liegen blieben und kein Waſſer heraus gelauffen. Man muß aber genaue Achtung geben, daß nicht irgendswo an dem Rande das Papier Falten bekommet und darzwiſchen Lufft und Waſſer einander ausweichen können. Man ſiehet auch, wie in der Mitten das Papier etwas tief eingebogen wird, damit es von innen das Waſſer überall gantz genau berühret. Nach dieſem habe ich höhere cylindriſche Gläſer genommen, von eben dieſer Weite und noch weiter, mit eben dem vorigen Fortgange. Ich habe es mit Gläſern verſuchet, deren Diameter im Lichten bis vierdtehalb Zoll geweſen, und eben denſelben Fortgang verſpüret. Der Haupt-Vortheil dabey iſt, daß das Papier über-

Handgriff.

Vorſichtigkeit.

all

all recht anlieget und um den gantzen Rand herum Nässe ist, und das Glaß gemächlich und fein gerade in die Höhe gehoben wird.

§. 104. Wenn ein Glaß mit einer engen Eröffnung nicht gantz voll ist und daher, indem es umgewendet wird, etwas Lufft oben über dem Wasser bleibet; so lauffen anfangs einige Tropffen heraus, indem man es umgewendet: nach diesem aber bleibet das übrige Wasser alle wie vorhin (§. 102.) darinnen. Die Ursache ist aus dem vorhergehenden leicht zu errathen; ja in der That schon in ähnlichen Fällen (§. 95. 97.) angezeiget worden. Nehmlich anfangs ist die Lufft über dem Wasser so dichte, wie die äussere, indem sie sich von der äusseren abgesondert, als das Glaß umgewendet worden, und dannenhero ihre ausdehnende Krafft einerley mit der Krafft der äusseren (§. 81.), folgends der Schweere der gantzen Lufft gleich (§. 31. Aerom.). Da nun das Wasser in dem Glase auch seine Schweere hat; so ist die ausdehnende Krafft der Lufft mit ihr der Schweere der gantzen Lufft überlegen und demnach beginnet das Wasser heraus zu lauffen. Indem dieses geschiehet, wird der Raum über dem Wasser grösser und solchergestalt breitet sich die Lufft weiter aus (§. 80.), wodurch ihre aus-

Warum unterweilen etwas Wasser aus den umgekehrten Gläsern heraus läufft, ehe es stille stehen bleibet.

ausdehnende Krafft vergeringert wird. Da sie nun nicht mehr allein der Schweere der gantzen Lufft die Wage halten kan: so muß so viel Wasser in dem Glase zurücke bleiben, bis die ausdehnende Krafft der eingeschlossenen Lufft und die Schweere des Wassers zusammen der Schweere der gantzen Lufft gleich sind. Und hieraus lernet man, mit was für Behutsamkeit bey dem vorhergehenden Versuche zu verfahren (§. 103.), wenn etwas Lufft über dem Wasser ist, indem man das Glaß umkehret. Nehmlich da auch in diesem Falle etwas Wasser heraus lauffen muß; so muß man es erst von dem Papiere ablauffen lassen, indem das Glaß umgekehrt auf der Hand stehet und nach diesem dasselbe an dem Orte, wo es heraus gelauffen, an das Papier andrucken, ehe man es in die Höhe hebet.

Vorsichtigkeit bey dem Vorhergehenden Versuche.

§. 105. Es erhellet aus allen Versuchen, die man mit gläsernen Glocken anstellet, daß, so bald die Lufft ausgepumpet wird, dieselben gleich auf den ersten Zug mit dem Teller an der Lufft-Pumpe fest zusammen halten und eher können zerbrochen als loß gerissen werden. Wie solches zugehe, lässet sich durch die Druckung der Lufft erklären. Wenn die Glocke auf den Teller gesetzet wird, so ist die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke

Warum die Glocke mit dem Teller fest zusammen hält, indem die Lufft ausgepumpet wird.

Glocke der Schweere der gantzen Lufft gleich (§. 31. Aerom.). Von aussen drucket auf die Glocke die Schweere der gantzen Lufft und von innen wiederstehet ihr die ausdehnende Krafft der eingeschlossenen Lufft. Derowegen weil beyde einander gleich sind; so vermag die äussere Lufft mit ihrer Schweere wieder die Glocke nichts auszurichten. So bald etwas Lufft unter der Glocke weggepumpet wird, wird dadurch ihre ausdehnende Krafft geschwächet (§. 81.) und demnach wiederstehet sie nicht mehr so starck der äusseren Lufft, als sie drucket. Derowegen ist es eben so viel, als wenn die Glocke mit einer solchen Krafft angedrucket würde, die demjenigen Theile der Schweere der gantzen Lufft gleichet, womit sie der ausdehnenden Krafft der eingeschlossenen überlegen ist. Und eben so groß muß das Gewichte seyn, damit man die Glocke loß reisset: welches geschiehet, wenn oben die Glocke mit Meßing eingefasset, daran ein Rincken ist und vermittelst eines Strickes, den man dadurch gezogen, an die Wage angebunden, von der anderen Seite der Wage aber auf die daselbst angehängte Schaale ein Gewichte geleget wird. Je mehr man Lufft auspumpet, je dünner wird sie unter der Glocke (§. 80.) und je geringer wird ihre ausdehnende

Krafft.

Krafft. Nimmet diese ab, so wird auch ihr Wiederstand gegen die Schweere der äusseren Lufft immer geringer. Und demnach wird sie immer stärcker angedrucket, auch mehr Krafft erfordert sie loßzureissen. So bald die Lufft völlig ausgepumpet (denn das wenige, was etwan übrig bleibet (§. 98.), ist eben so anzusehen, als wenn es nicht zu gegen wäre): drucket die Lufft mit ihrer gantzen Schweere auf die Glocke und ist demnach eben so viel als wenn sie durch eine Krafft angedrucket würde, die so schweer ist wie eine Wasser-Säule, welche mit der Glocke einerley Grundfläche hat, aber 31 biß 32 Schuhe hoch ist (§. 89.). Z. E. Ich habe eine kleine Glocke im Diameter 286 Linien weit oben mit Meßinge einfassen lassen, damit ich sie an die Wage binden konte. Weil nun ihre Grundfläche 642 Linien hält (§. 168. Geom.); so ist der Inhalt der Wasser-Säule, die so starck als die Lufft auf die Glocke drucket, 2054 $\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll (§. 221. Geom.). Derowegen da ein Cubic-Zoll 495 Gran wieget (§. 7.); so ist es eben so viel als wenn die Glocke mit einer Krafft von 1016730 Gr. das ist, etwas über 135 Pfund angedrucket würde. Und demnach hat man 135 Pfund nöthig, wenn man sie von dem Teller loß reissen will. Weil nun von der andern Seite die Lufft-Pumpe durch ihre Schwee-

re

re Wiederstand thut (denn wenn sie leichter ist als das Gewichte, welches von der einen Seite ziehet, so wird sie mit in die Höhe gezogen); so ist es eben so viel als wenn eine Krafft von 270 Pfunden erfordert würde die Glocke und den Teller von einander zu reissen. Woraus man deutlich genung erkennet, warum die Glocke so feste an dem Teller hangen bleibet. Und weil eine kleine Glocke durch eine so grosse Krafft angedrucket wird; so kan man leicht erachten, wie gar vielmehr Gewalt erfordert werden muß eine von den grossen Glocken loß zu reissen. Z. E. Eine von meinen grossen Glocken hält im Diameter 592 Scrupel und wird demnach ihre Grundfläche gefunden 2751 Quadrat-Linien (§. 168. Geom.). Wenn man demnach dieselbe durch 32 Schuhe oder 3200 Scrupel multipliciret, so bekommet man die Wasser-Säule, welche so schweer ist als die Lufft, die auf die Glocke drucket (§. 89. Exper. & §. 221. Geom.), 8803 Cubic-Zoll. Und demnach ist es eben so viel, als wenn die Glocke mit einer Krafft von 581 Pfunden an den Teller der Lufft-Pumpe angedrucket würde, und ein so grosses Gewichte müste man haben, wenn man sie von dem Teller loß reissen wolte. Es ist wohl wahr, daß, wenn man über eine kleinere Glocke eine grössere decket

Einwurff wird beantwortet.

cket und die Lufft aus der kleinen auspumpet, dieselbe gleichfalls feste an den Teller gedrucket wird, unerachtet die grosse bloß darüber stehet und nicht im geringsten angedrucket wird. Man darf sich aber so wenig über das erste als über das letztere verwundern, vielweniger aber gar daher argwöhnen, als wenn die Glocke nicht von der äusseren Lufft angedrucket, sondern vielmehr von einer verborgenen Krafft angezogen würde. Denn es mag so wenig Lufft zwischen den beyden Glocken seyn, als immer mehr will; so hat doch dieselbe eben so eine starcke ausdehnende Krafft als die Schweere der gantzen Lufft austrägt (§. 31. Aerom.). Derowegen wird dadurch die Glocke eben so starck angedrucket, als wenn die Schweere der gantzen Lufft darauf läge. Und aus eben dieser Ursache wiederstehet auch die Lufft zwischen den beyden Glocken durch ihre ausdehnende Krafft der Schweere der gantzen Lufft, die auf der äussern Glocke lieget: in welchem Falle unmöglich ist, daß sie an den Teller angedruckt werden kan. Gleiche Bewandniß hat es mit der Blase, die nicht angedrucket wird, wenn man sie über die Glocke spannet, unerachtet diese starck an den Teller gedrucket wird. Denn es bleibet immer etwas Lufft zwischen der Blase und der Glocke, welche ver-

Noch ein anderer Einwurff wird beantwortet.

verhindert, daß sie die äussere Luft nicht daran drücken kan. Unterdessen da die äussere Luft durch die Blase auf die Luft zwischen ihr und der Glocke und durch diese ferner auf die Glocke drucket; so kan die Blase im geringsten nicht hindern, daß die Glocke nicht mit voller Kraft sollte angedrucket werden. Könnte man aber die Luft zwischen der Glocke und der Blase wegbringen; so würde sie an ihr so feste hangen bleiben, daß man sie nicht anders als mit der grösten Gewalt davon loßreissen könnte, indem die Blase mit eben der Kraft an die Glocke gedrucket würde, mit welcher die Glocke an den Teller gedrucket wird.

Wie die Lufft eine Blase zusammen drucket, wenn die Lufft ausgepumpet wird.

§. 106. Wer sich vorstellen will, wie die Luft die Blase an die Glocke drucken würde, wenn die Luft darzwischen weggepumpet würde; der darf nur folgenden Versuch mit der Blase anstellen. Oben auf dem Teller, der an die Lufft-Pumpe angeschraubet worden, pflege ich eine gantz kurtze Röhre AB oben mit einem breiten Rande anzuschrauben, damit, wenn Wasser auf den Teller ist, dasselbe nicht in die Luft-Pumpe hinein lauffet, indem man die Luft auspumpet. An diese Röhre binde ich unter dem breiten Rande eine Blase dergestalt an, daß der Rand von der Röhre mit ihrer Eröffnung in die Luft-Pumpe innerhalb der Blase ist. Zu diesem Ende habe ich

Tab. IX. Fig. 60.

Handgriff

die Blase unten bey dem Halse ins Wasser geweichet, damit sie weich würde und sich desto fester anbinden liesse. Denn dieses wird hauptsächlich erfordert, wenn der Versuch seinen Fortgang haben soll, weil sonst die Lufft in die Blase von aussen leicht eindringet und daher alles verderbet. Man kan auch die Blase eine Weile vorher anbinden, ehe man den Versuch anstellet und sie nach diesem wieder trocknen lassen; so hänget sie unten an der Röhre so feste, daß man sie zerreissen muß, wenn man sie loß haben will. Nachdem die Blase feste genung an die Röhre angebunden gewesen: habe ich sie gerade in die Höhe gezogen und oben feste gehalten, und so dann die Lufft auf gewöhnliche Weise auspumpen lassen. So bald dieses geschehen, hat an demjenigen Orte, wo keine Lufft darzwischen geblieben, die Blase so feste zusammen gehalten, daß man sie mit den Fingern nicht von einander reissen können. Wenn man aber Lufft wieder darzwischen gebracht, entweder indem sie von neuem hinein gelassen, oder die etwan an einigen Orten noch übrige dorthin gedrücket worden; hat man sie so gleich wieder an demselben Orte von einander ziehen können, es mag auch so wenig Lufft darzwischen kommen seyn, als man nur immer verlanget. Ich habe zwar die Blase auch bloß an die Röhre gebunden,

Erinnerung.

wo

wo der Teller angeſchraubet wird: allein ſo bald ich die Lufft auspumpen wollen, hat die Lufft die Blaſe, weil ſie unten nicht weit genung von einander geweſen, in die Eröffnung der Röhre hinein gedrucket und ſolchergeſtalt verhindert, daß die Lufft aus der Blaſe nicht ausgepumpet werden konnte. Und dieſes geſchahe um ſo viel mehr, wenn unten die Blaſe noch naß und davon weich war, wo ſie über die Röhre gieng. Um nun dieſes deſto eher zu verhüten, verlange ich, man ſolle die Blaſe an eine Röhre binden, die oben einen etwas breiten Rand hat, damit ſie daſelbſt weit genung von einander bleibet und die äuſſere Lufft ſie nicht ſo gleich biß an die Eröffnung der Röhre hinüber drucken kan, wenn man ſie oben mit der Hand feſte genung hält.

§. 107. Ob wir nun zwar keine Urſache haben zu zweiffeln, daß die Glocke von der Lufft angedruckt werde; ſo habe ich doch zum Ueberfluſſe zu dem Ende noch einen beſonderen Verſuch anſtellen wollen, damit wir dieſe Wahrheit deſto ruhiger behalten möchten, wenn andere uns darinnen irre machen wollen, ja wir es biß dahin brächten, daß ein jeder ſie einräumen muß, wenn er auch gleich nicht in dem Stande iſt dadurch überführet zu werden, was aus Wahrheiten, die durch verſchiedene Verſuche nach und nach beſtetiget worden, durch Folge-

Daß nichts als die Lufft die leere Glocke an den Teller der Lufft-Pumpe andrücket.

Beschreibung der zum Versuche nöthigen Instrumenten.

rungen heraus gebracht wird. Ich habe zu dem Ende zu der kleinen Glocke, davon ich oben (§. 105.) Meldung gethan, einen besondern Teller machen lassen mit einem platten erhabenem Rande, dessen Absicht bald mit mehreren erhellen wird. Diesen Teller habe ich auf einen besondern Hahn und vermittelst dieses Hahnes auf den Teller der Lufft-Pumpe geschraubet: im übrigen auf den Teller ein nasses Leder geleget und die Glocke darauf gesetzet. Als ich nun so viel Lufft herausgepumpet, als angehet, und sich nicht das geringste mehr wollte auspumpen lassen; habe ich ein Gestelle ABCDE mit einer Stell-Schraube F an den erhabenen Rand des kleinen Tellers IK angeschraubet. Dieses Gestelle hat unten einen in einen Bogen gekrümmeten Fuß DE, damit er sich nach dem erhabenen Rande des kleinen Tellers schicket. In der Mitten ist eine Krinne, darein der erhabene Rand des kleinen Tellers IK gantz genau passet. Und vermittelst dieses Fusses lässet sich das Gestelle durch die Stell-Schraube F an dem Rande des kleinen Tellers befestigen. An diesen Fuß ist ein dicker Drath von Meßing CBA angelöthet, der bis in B gerade aufgehet, nach diesem oben etwas in die Krümme gebogen wird, damit der Strick mit dem Hacken G gerade herunter auf den Rincken der kleinen

Tab. IX. Fig. 61 62.

Glocke

Glocke L sich ziehen lässet. In B und A sind ein paar kleine meßingene Rollen befestiget, die sich daselbst gewöhnlicher massen um ihre Axen bewegen lassen. Ueber diese Rollen gehet ein starcker Bindfaden, an dessen beyden Enden G und H ein Hacken von Meßinge gebunden. Der Hacken G fasset den Rincken L oben in der kleinen Glocke, damit sie sich heben lässet, wenn sie nicht mehr an den Teller gedrucket wird. An den anderen Hacken H wird ein Gewichte M gehänget etwan von einem Viertel-Pfunde. Damit es nicht durch Erschütterung beweget nnd dadurch an die grosse Glocke, welche über die kleine gedecket wird, anstossen und sie zerbrechen kan; so wird es von der einen Seite nach der Länge ausgehöhlet, bis es sich an den dicken Drath CA, der als eine kleine Säule hier anzusehen ist, schicket. Wenn dieses alles auf vorgeschriebene Weise geschehen, so pflege ich den Hahn von dem Teller der Lufft-Pumpe, damit der Teller mit der kleinen Glocke angeschraubet ist, ein wenig loß zu schrauben, damit die Lufft daselbst zwischen der Schraube des Hahnes in die Röhre der Lufft-Pumpe kommen kan, weil ich nicht erst eine besondere Röhre dazu habe wollen machen lassen. Denn sonst dörffte nur eine solche kleine Röhre, wie AB, mit einem Löchlein zur Seite in C gemacht werden, die

Vorsichtigkeit.

Beschreibung des Versuches.

Tab. IX. Fig. 60.

man auf den Teller schraubete, nachdem die Lufft aus der kleinen Glocke heraus gepumpet und der Hahn verschlossen worden. Ueber die kleine Glocke nebst vorhin erwehntem Gestelle decke ich eine grosse Glocke und pumpe so dann die Lufft aus der grossen Glocke heraus. Wenn die kleine Glocke reine ausgepumpet gewesen, auch wehrender Zeit, da man alle übrige nöthige Zurüstungen zu gegenwärtigem Versuche gemacht, keine Lufft von neuem sich hinein schleichen kan; so gehet die kleine Glocke loß, wenn die Lufft aus der grossen reine heraus gepumpet worden. Hingegen wenn in der kleinen Glocke noch etwas Lufft geblieben, oder wehrender Zurüstung etwas von aussen wieder hinein gedrungen; so gehet die Glocke von dem kleinen Teller schon loß und wird von dem daran hangenden Gewichte in die Höhe gezogen, ehe die grosse Glocke gantz reine ausgepumpet worden. Aus diesem Versuche erhellet allerdings, daß die von der Lufft ausgeleereten Glocken durch die äussere an den Teller der Lufft-Pumpe angedrucket werden. Wir sehen ja, daß die kleine Glocke, wenn die innere reine ausgepumpet worden, so feste an dem kleinen Teller hänget, daß sie nicht anders als durch ein Gewichte von 135 Pfunden davon kan loß gerissen werden (§. 105.). Hingegen so bald die äussere Lufft weggepumpet wird;

Erklärung des Versuches.

kan

kan sie ein Gewichte in die Höhe ziehen, welches ein klein wenig schweerer ist, als sie, z. E. ein Viertel Pfund wenn die Glocke weniger wieget. Wer wolte demnach zweiffeln, daß die Lufft diejenige Ursache sey, welche die Glocke andrucket? Es ist wohl wahr, man könte sagen, die Krafft, so in einem von Lufft ausgeleeretem Raume ist, die Glocke an sich zu ziehen sey grösser in einem grossen und kleiner in einem kleineren Raume. Der Raum aber unter der grossen Glocke sey grösser als der unter der kleinen, und demnach behalte die in ihm sich aufhaltende Krafft die Oberhand. Allein zu geschweigen, daß man eine Glocke über die kleine decken könnte, daß der Raum zwischen ihr und der kleinen nicht grösser wäre als der unter der kleinen; so hat man hier zu erwegen, daß man diesem Einwurffe deswegen keinen Platz einräumen dörffe, weil wir zur Gnüge aus dem vorhergehenden wissen, daß die Lufft schwweer sey und wie andere flüßige Materien durch ihre Schweere drucket, und wir solchergestalt hier etwas wegnehmen, was geschickt ist eine Ursache abzugeben. Derowegen ist uns genung, wenn wir erfahren, die Würckung höre auf, wenn sie weggenommen wird. Was die besonderen Umstände dieses Versuches betrifft; so können sie aus dem vorhergehenden gar wohl verstanden

Einwurff wird beantwortet.

Erklärung der besonderen

Umstände des Versuches.

werden. Wenn noch Lufft unter der grossen Glocke ist, so erfüllet sie allezeit den Raum der gantzen Glocke (§. 80.) und wird nur ihre ausdehnende Krafft geringer, als wenn mehrere darinnen ist (§. 81.). Derowegen drucket die Lufft unter der grossen Glocke noch auf die kleinere, ob zwar viel weniger als anfangs, da ihre Krafft grösser war. Ist nun unter der kleinen Glocke gar keine Lufft, oder doch nur so wenige, daß eben so viel ist, als wenn keine darunter vorhanden wäre; so wiederstehet dem Drucke der Lufft unter der grossen Glocke, die auf die kleine drucket, nicht das geringste, und demnach hindert nichts, warum sie nicht an deren Teller sollte angedrucket werden (§. 105.). Derowegen kan sie nicht eher loß gehen, als bis sie nicht mehr angedrucket wird, folgends alsdenn erst, wenn keine Lufft mehr unter der grossen Glocke ist. Hingegen wenn unter der kleinen Glocke noch etwas Lufft vorhanden, so wiederstehet sie auch noch nach Proportion ihrer ausdehnenden Krafft der Lufft unter der grossen Glocke. Weil nun durch das Auspumpen die ausdehnende Krafft der Lufft unter der grossen Glocke beständig vergeringert wird (§. 81.); so muß sie einmahl der Krafft der Lufft unter der kleinen Glocke gleich werden. Derowegen wenn die unter der kleinen Glocke so viel wiederstehet, als die unter der grossen drucket; so vermag

diese

dieſe die kleine Glocke nicht länger an ihren Teller anzudrucken und daher gehet ſie loß, ob gleich noch Lufft unter der groſſen Glocke iſt. Vielleicht werden einige meinen, es ſey überflüßig erſt durch einen beſonderen Verſuch zu zeigen, daß die Lufft die Glocke an den Teller andrucke, wenn die unter ihr ſich befindliche weggepumpet wird, indem ſolches zur Gnüge aus demjenigen erhellet, was durch die vorhergehende Verſuche beſtetiget worden. Allein es iſt vor allen Dingen zu mercken, daß, wo Leute mit Vorurtheilen eingenommen ſind, man in Verſuchen nicht zu viel thun kan, wenn man ſie daraus bringen will, abſonderlich wenn ſie nicht geübt ſind demjenigen nach zu dencken, was durch Schlüſſe aus anderem hergeleitet wird, und öfters ein einiger Scrupel, den ſie ſich ohne Urſache machen, bey ihnen ſo viel vermag, daß ſie allen wohl gegründeten Schlüſſen keinen Platz geben, noch ſie anzuhören, vielweniger zu überlegen ſich entſchlieſſen können. Darnach müſſen wir uns auch entſinnen, daß ich gegenwärtige Verſuche keinesweges allein zu dem Ende anſtelle, damit wir dadurch zur Erkäntniß einiger Wahrheiten gelangen, die wir in Erklärung der natürlichen Begebenheiten als ſichere Gründe gebrauchen können: ſondern daß zugleich mit unſere Abſicht ſey zu zeigen, wie man mit Verſuchen

Warum dieſer Verſuch angeſtellet wird.

Erſte Urſache.

Andere Urſache.

Digitized by Google

chen verfahren soll, damit wir in sich ereignenden Fällen geschickt werden auf nöthige Versuche zu dencken.

Warum die Glocken nicht zerdruckt werden.

§. 108. Weil nun die Lufft auf eine Glocke so gar starck drucket und gleichwohl dieselbe eben nicht sehr dicke sind; so sollte man vermeinen, die Gläser würden in Stücke gedrucket: welches doch gleichwohl nicht geschichet. Unerachtet aber dieses einen anfangs befremden kan, so ist es doch nicht hinlänglich einigen Zweiffel wieder den Druck der Lufft zu erregen. Denn wir wissen nicht, wie viel Krafft erfordert wird eine gläserne Glocke, oder Kugel entzwey zu drucken, absonderlich wenn sich die Krafft an die Glocken allenthalben anleget und nach Perpendicular-Linien gerade herunter drucket, wie bey einer flüßigen Materie, die durch ihre Schweere drucket, geschehen muß. Denn eine flüßige Materie nimmet die Figur eines jeden Cörpers an, darinnen sie ist, und schicket sich in die Figur eines jeden Cörpers, der in ihr ist: alle Materien aber, die schweer sind, drucken vermöge ihrer Schweere nach geraden Linien herunter (§. 1.). Derowegen da wir aus dem vorhergehenden zur Gnüge versichert sind, daß die Glocken durch die Lufft angedrucket werden (§. 107.); so erkennet man vielmehr daraus, daß sie vermöge ihrer Figur einer so grossen Krafft, als die Schweere der Lufft ist, wie-

derste-

derſtehen können. Denn die Glocken und Kugeln ſind wie Gewölber: wir wiſſen aber aus der Erfahrung, daß ein Gewölbe oder gewölbeter Bogen einer Laſt wiederſtehen kan, der eine platte Decke oder ein gerader Sturtz weichen muß. Es könnte wohl ſeyn, daß eine Kugel zerdrucket würde, wenn man ſie mit weit wenigerem Gewichte beſchweerete, als die Schweere der gantzen Lufft austräget: allein dieſes kan uns nicht befremden. Denn es iſt ein groſſer Unterſcheid unter dem Drucke der Lufft und dem Drucke eines Gewichtes. Das Gewichte drucket nur auf einen kleinen Theil, indem eine Kugel von einem andern Cörper nur in einem Puncte berühret wird: hingegen die flüßige Materie zertheilet ſich durch einen Raum, der ſo groß iſt als der gröſte Circul von der Kugel. Derowegen wenn man verſuchen wollte, ob die Kugel einem ſo groſſen Drucke wiederſtehen könne, als die Schweere der Lufft iſt, die auf ſie drucket; müſte man ſie feſte verwahren, daß kein Waſſer hinein kan und ſie mit 32 Schuh Waſſer beſchweeren, oder man müſte auf ein Mittel dencken, wie der Druck eines Gewichtes durch einen ſo groſſen Raum als der gröſte Circul von der Kugel iſt, zertheilet werden könnte. Allein es iſt nicht nöthig auf dergleichen Weitläufftigkeiten zu dencken. Denn wenn man groſſe

Ein Zweiffel wird benommen.

Unterſcheid des Druckes der Lufft und eines Gewichtes.

Warum viereckichte Flaschen zerspringen.

grosse viereckichte Flaschen nimmet, von ziemlicher Dicke, und die Luft anfänget auszupumpen; so springen sie in tausend Stücke entzwey ehe noch alle Luft heraus ist. Sie sind mir öfters auf den ersten Zug gesprungen, ob zwar nicht im Augenblicke, jedoch in einer Zeit, da ich den Stempel nicht völlig heraus winden kan. Und hieraus erkennet man, daß bey den Glocken und Kugeln bloß die Figur schuld daran sey, daß die Lufft sie nicht zerdrucket. Unterweilen ist auch ein dicker Boden gesprungen: unterweilen aber ist er auch geblieben. Es ist bekandt, daß eine breite lange Fläche weniger wiederstehet als eine schmaale und kurtze. Derowegen springen auch die grossen und weiten Flaschen eher als die niedrigen und engen. Ja es könnte wohl geschehen, daß eine enge und niedrige Flasche gar nicht springet, absonderlich wenn die Seiten nicht recht eben, sondern vielmehr hin und wieder erhaben sind, oder auch überhaupt bauchich seyn, wie öfters zu geschehen pfleget. Und besinne ich mich, daß ich dergleichen Flasche selbst gehabt, die nicht zerspringen wollen, wenn auch gleich alle Luft heraus gepumpet worden. Wir wissen, daß die Luft ihre abgemessene Schweere hat (§. 90.), damit sie drucket, und also kan sie nicht alles zerdrucken, sondern bloß dasjenige,

Wenn die ausgepumpeten Flaschen nicht springen.

jenige, was ihr weniger wiederstehet, als sie drucket. Es ist nicht nöthig, daß ich hier deutlich erkläre, wie es zugehet, daß die Lufft die Flaschen entzwey drucket: ich habe schon zur Gnüge wiederhohlet, wie die in dem Gefässe, welches man auspumpet, auf jeden Zug dünner (§. 80.) und dadurch ohnmächtiger (§. 81.) wird dem Drucke der äusseren zu wiederstehen.

§. 109. Damit man aber erkennen möchte, daß die Lufft, wie andere flüßige Materien (§. 46. 50.), nicht allein unter sich, sondern auch über sich und nach der Seite drucket; so habe ich dazu folgendes Instrument gebrauchet. ABDC ist ein abgekürtzter Kegel aus Meßing, der oben in CD zu, unten in AB aber offen ist. An der Höhe ist gar nichts gelegen. Die Weite ist besser, wenn sie groß, als kleine ist: weil die Glaß-Scheiben, die darauf gekittet und von der Luft zerdrucket werden, sich leichter zerdrucken lassen, wenn sie groß, als wenn sie kleine sind. In meinem Instrumente ist der Diameter im Lichten AB nicht völlig drey Zoll. In der Tiefe von ohngefehr zwey Linien wird inwendig ein Rand in der Breite von ohngefehr drittehalb bis drey Linien angelöthet, damit man ein paar Glaß-Scheiben bequem über einander kütten kan. Oben in E ist eine Röhre EF und dann ferner an die

Daß die Lufft über sich und nach der Seite drucket.

Tab. IX. Fig. 63. Beschreibung des Instrumentes.

Röhre

Röhre ein hohler Würffel HI angelöthet, an deren beyder Grösse nicht viel gelegen. Hinten bey H ist in dem Würffel ein grosses Loch, darein die Röhre LN passet, welche so lang seyn muß als der Würffel HI damit der Zapffen K zu dem kleineren Loche G heraus gehet und die Röhre LN daselbst an dem Würffel hart anlieget. In K ist eine Mutter, damit man die Röhre LOP mit dem anderen abgekürtzten Kegel QR an dem ersten ABDC und dessen Zugehöre EF IH befestigen kan. Es wird aber an den Zapffen K, der viereckicht ist, die messingene Platte T nebst einem ledernen Ringe, der sich voll Unschlitt gezogen, gestecket, damit die Schraube S die Röhre feste anziehet und darzwischen keine Lufft in den hohlen Würffel kommen kan. Zu eben dem Ende wird ein solcher lederner Ring zwischen den meßingenen T und die Schraube S, ingleichen zwischen die Röhre LN und das Loch im Würffel HI bey H geleget. Damit aber der letztere an den Würffel sich feste andrucken lässet, so ist an die Röhre LO ein meßingener platter Ring MN angelöthet. Die Schraube S ist oben eingeschnitten, damit man sie feste anziehen und, wenn sie feste angeschraubet, auch wieder loß schrauben kan. In den Kegel QR ist gleichfalls inwendig ein kleiner platter Ring angelöthet zu befestigung der Glaß-Scheiben wie im grossen. Die Röhre

re MO wird ſo lang gemacht als die beyden halben Diametri der abgekürtzten Kegel AD und QR, damit der Kegel QR nicht an den andern CB ſtöſſet, wenn CB auf den Teller der Lufft-Pumpe geſetzet, und QR unter ſich gegen den Teller gewendet wird. Die Länge der Röhre OP mit der Höhe des Kegels QR muß ſo groß ſeyn wie die Röhre EF, damit man deſto freyer einen Kegel nach Belieben wenden kan, wenn der andere auf dem Teller der Lufft-Pumpe aufſtehet. §. 109.

Man kan die Glaß-Scheiben an die Kegel ankütten, wenn man den inneren breiten Rand mit Unſchlitt von einem brennenden Lichte umflieſſen läſſet und die Scheibe daran drücket, auch nach dieſem dieſelbe von neuem oben an dem Rande rings herum mit Unſchlitt umflieſſen läſſet. Allein weil im Sommer das Unſchlitt nicht bald harte wird, wenn es warm iſt, und auch ſonſt gar leicht die Lufft einen Weg übrig behalten kan, wo ſie durch dringet und den Verſuch vergeblich machet; ſo brauche ich lieber Baumwachs dazu, welches ich um den inneren platten Ring herum lege, darauf die Glaß-Scheibe andrücke, und damit ich deſto ſicherer gehe, um den Rand ſie noch oben verſchmiere. Wenn ich nun ſolchergeſtalt die Glaß-Scheiben an einem von den Kegeln befeſtiget und den andern an den Teller der Lufft-Pumpe angedrücket; Beſchreibung des Verſuches.

§. 109. cket; so ist gemeiniglich auf den ersten Zug die Glaß-Scheibe in viele Stücke zersprungen, die mit vielen kleinem Staube in die Röhre hinein geschlagen worden, als ich die Lufft ausgepumpet, die Scheibe mag oben von dem Teller weg, oder unten gegen den Teller, oder gegen die Seiten gestanden seyn. Weil nun aus dem vorhergehenden zur Gnüge bekandt ist, daß die Glaßscheiben von der Lufft zerdrucket werden (§. 108.); so siehet man hieraus, daß die Lufft nicht allein unter sich, sondern auch über sich und nach der Seite drucket: welches wir zu zeigen willens waren. Ich ziehe, wie bey andern Versuchen, also auch hier den Stempel aus der Lufft-Pumpe bey verschlossenem Hahne heraus, damit der Druck der äusseren Lufft auf einmahl recht starck wird (§. 81.): Denn sonst wenn man ihn bey eröffnetem Hahne heraus ziehet und die Lufft sich nach und nach verdünnet, kan es geschehen, daß, woferne man absonderlich nicht geschwinde pumpet, die Glaß-Scheibe nur einen Ritz bekommet, keinesweges aber in so viel Stücke gedrucket wird, als wie in dem vorigen Falle geschiehet. Eben diese Bewandniß hat es, wenn die Lufft Pumpe kleine ist.

Erklärung des Versuches.

Handgriff.

Warum die Lufft

§. 110. Ich habe auch zwo Glaß-Scheiben über einander geleget und sie mit dem

§. 110. die untere Glaß-Scheibe zerdrucken kan ohne Verletzung der oberen. Tab IX. Fig. 63.

dem Baumwachse an dem Kegel ACDB dergestalt befestiget, daß keine Lufft darzwischen in ihn kommen. Als ich den Stempel aus dem Rohre der Lufft-Pumpe heraus gezogen und den Hahn geöffnet, sind beyde Glaß-Scheiben zugleich zersprungen: woraus man gesehen, daß die Lufft starck genung gewesen beyde zu zerdrucken. Jedoch sind so wohl die doppelten als einfachen Glaß-Scheiben nicht allzeit gleich zersprungen, indem die Lufft aus dem Instrumente in die Lufft-Pumpe gefahren, sondern unterweilen erst ein wenig darnach, weil die Lufft eine Weile nöthig hat, ehe sie das Glaß beugen und endlich brechen kan, und zwar mehr, wenn sie viel, als wenn sie wenig Wiederstand findet. Wenn ich aber den Stempel bey eröffnetem Hahne langsam heraus gezogen, und immer mit dem Winden etwas inne gehalten; so ist die untere Glaß-Scheibe zuerst zersprungen und die obere gantz geblieben, weil nemlich alsdenn die Lufft noch nicht starck genung gewesen beyde auf einmahl zu zerbrechen, indem solches geschehen, ehe der Stempel gantz heraus gewunden worden, und also die Lufft noch nicht so dünne (§. 80.), folgends auch nicht so schwach (§. 81.) in dem Instrumente worden, wie zu geschehen pfleget, wenn der Stempel aus dem Rohre so weit heraus ist, als man ihn heraus zu winden pfleget.

§. 110. Warum die untere Scheibe eher zerbricht, als die obere.

Wir dörffen uns aber nicht befremden lassen, daß die untere Scheibe eher entzwey gehet, als die obere, obgleich die Lufft auf die obere drucket. Denn ehe die Scheibe springen kan, muß sie vorher gebogen werden. Da nun die Lufft von aussen darauf drucket, so wird sie inwendig hinein gebogen und bekommet von innen eine erhabene Figur. Gleichwie aber ein Stock, der gebogen wird, nicht von innen, wo die Theile zusammen gedruckt werden, sondern von aussen, wo sie am meisten ausgespannet werden, bricht; also muß auch das Glaß von innen, wo es am meisten gedehnet wird, anfangen zu springen. Wenn demnach die Lufft nicht starck genung ist beyde Glaß-Scheiben zu zerbrechen; so kan wohl die innere springen und einen Ritz bekommen, wenn gleich die obere von aussen gantz bleibet. Solte es doch wohl angehen, daß, wenn das Glaß dicke genung wäre, es von innen einen Ritz bekäme und von aussen gantz bliebe. Allein damit man desto weniger daran zweiffeln dörffte, daß dieses die wahre Ursache sey, die ich angegeben; so habe ich von neuem zwey Glaß-Scheiben über einander gekittet und auf die obere mit dem Finger gedrucket, da denn gleichfalls die untere einen Ritz bekommen und die obere gantz geblieben.

§. 111.

§. III. Lufft drucket durch das Waſſer.

§. III. Den Druck der Lufft weiter zu unterſuchen hat mir Anlaß gegeben, was ich oben überhaupt von dem Drucke flüßiger Materien erwieſen, nemlich daß die von leichterer Art mit denen von ſchweererer Art ihre Krafft zu drucken mit einander vereinigen. Damit ich nun auch dieſes von der Lufft zeigen könnte; ſo habe ich folgendes Inſtrument dazu machen laſſen. ABDC iſt ein hohler Cylinder von Bleche oben in AB mit einem etwas vertiefftem Rande, damit ich einen Bindfaden etliche mahl darum binden kan, weil ich es noch zu andern als dem gegenwärtigen Verſuche brauche, wie hernach mit mehrerem folgen wird. Die Höhe iſt etwas über 6, der Diameter im Lichten über vierdtehalb Zoll. In der Mitten EF iſt ein breiter Ring, von ohngefehr drittehalb Linien angelöthet. Darauf wird wie vorhin mit darauf geträuffeltem Unſchlitte von einem brennenden Lichte, oder mit Baumwachſe, eine Glaß-Scheibe angekittet, und der obere Theil AEFB mit Waſſer voll gefüllet. Als ich nach dieſem das Inſtrument auf den Teller der Lufft-Pumpe gebracht und bey dem erſten Zuge inne gehalten; ſo iſt die Glaß-Scheibe, wie in der freyen Lufft, in viel Stücke zerſprungen, davon einige gegen den Mittel-Punct ſpitzig zu geweſen und mit den Spitzen nieder gebogen waren. Das Waſſer ſprü-

Tab. IX. Fig. 64.

Beſchreibung des Inſtrumentes.

Beſchreibung des Verſuches.

§. III.

Erklärung deſſelben.

tzete auch etwas heraus, als dieſer gläſerne Boden entzwey gieng. Es iſt aus dem vorhergehenden überflüßig klar, daß die äuſſere Lufft die Glaß-Scheibe entzwey drucket (§ 109.), und daher kein Wunder, daß die Theile des Glaſes, die feſte angeküttet ſind, hineinwarts gebogen ſeyn. Da nun die Scheibe, welche zerdrucket wird, unter dem Waſſer iſt; ſo ſiehet man, daß die Lufft durch das Waſſer durch drucket, nicht anders als wenn es gar nicht zugegen wäre. Unterdeſſen da gleichwohl das Waſſer durch ſeine Schweere gleichfalls auf die Scheibe drucket und alſo Lufft und Waſſer auf einerley Art und Weiſe drucken; ſo kan weder das Waſſer der Lufft widerſtehen, noch auch gar müßig dabey ſeyn, und demnach erhellet, daß es mit der Lufft ſeine Krafft vereiniget und beyde insgeſamt auf die Glaß-Scheibe drucken, als wenn ſie ein Cörper wären.

Warum das Waſſer heraus ſprützet, wenn die Glaß-Scheibe ſpringet.

Daß aber das Waſſer oben in die Höhe heraus ſprützet, indem das Glaß zerſpringet, ſcheinet anfangs nicht gleich klar zu ſeyn, woher es komme. Das Waſſer drucket vermöge ſeiner Schweere niederwarts und fället nieder, wenn nichts ſeiner Bewegung widerſtehet (§. 1.). Hier ſteiget es wieder ſeine natürliche Schweere in die Höhe und alſo muß ihm etwas dieſe Bewegung geben. Die Lufft drucket es nieder und alſo kan es dadurch nicht in die

Höhe

§. III.

Höhe beweget werden. Unterdeſſen iſt doch nichts vorhanden als die Lufft, wovon die Bewegung kommen kan. Wir müſſen demnach erwegen, daß, ſo bald die Glaß-Scheibe unter dem Waſſer bricht, die Lufft mit einer Geſchwindigkeit in den leeren Raum des Gefäſſes, wo die Lufft durch das Auspumpen verdünnet worden (§. 80.) hinein dringen will. Es wiederſtehet ihr aber das Waſſer und ihre Krafft iſt ſtärcker als die Schweere des Waſſers im Gefäſſe (§. 89.). Da ſie ſich nun geſchwinder als das Waſſer beweget und dieſes ihr auf einmahl nicht ausweichen kan; ſo ſtöſſet ſie es nach der Seite von ſich weg und dadurch ſprützet es in die Höhe. Daher nehmen wir auch wahr, daß das Waſſer nicht in der Mitten, wo die Glaß-Scheibe gebrochen und das Waſſer durchläſſet, ſondern zur Seiten heraus ſprützet, und zwar nicht gerade in die Höhe, ſondern nach einer etwas ſchieffen Richtung: denn ſonſt fiele das Waſſer wieder zurücke in das Gefäſſe, welches doch aber nicht geſchiehet. Ingleichen finden wir, daß das Waſſer ſtärcker heraus ſprützet, wenn die untere Lufft dünner iſt, als wenn ſie dicker iſt, und folgends wenn die äuſſere Lufft mit gröſſerer Krafft hinein dringet, als wenn ſie eine geringere anwendet hinein zu dringen. Nemlich das Waſſer ſprützet ſtärcker, wenn die

Scheibe

§. 111. Scheibe auf den andern Zug erſt ſpringet, als wenn es gleich auf den erſten geſchiehet. Es gehet hier eben ſo zu, als wenn man einen Stein behende ins Waſſer wirfft, oder mit einem Stocke behende darein ſchläget: wovon gleichfalls daſſelbe von beyden Seiten heraus ſprützet. Und iſt ſolchergeſtalt dieſe Begebenheit hier zugleich mit erkläret worden.

Wie die Lufft Cörper feſte an einander drucket, als wären ſie zuſammen geleimet.

§. 112. Wann man an das Leder auf dem Teller über der Eröffnung der Röhre, dadurch die Lufft aus den auszuleerenden Gefäſſen in die Lufft-Pumpe fähret, einen harten Thaler andrucket, den Stempel aus der Pumpe heraus windet und den Hahn eröffnet; ſo ſiehet man mit Augen, daß der Thaler an das Leder feſte angedrucket wird, indem das Leder niedergehet und dem Thaler nachgiebet. Und alsdenn kan man den Thaler von dem Teller mit den Nägeln (denn anders kan man ihn nicht faſſen) nicht loß reiſſen: ob man ihn wohl nach der Seite fort ſchieben und dadurch loß bekommen kan. Z. E. ich habe einen Frantz-Thaler dazu genommen, der im Diameter 13½ Linie breit war und alſo in ſeiner Fläche 143 Quadrat-Linien hielt (§. 106. Geom.). Demnach iſt der Inhalt der Waſſer-Säule, die ſo ſtarck als die Lufft auf den Thaler drucket, bey nahe 4576 Cubic-Zolle (§. 221. Geom. & 89. Experim.).

Wie feſte ein harter Thaler angedruckt wird.

Mathematiſcher Beweis.

Und

§. 112.

Und solchergestalt ist es eben so viel, als wenn der Thaler durch eine Krafft von 226462 Gr. (§. 7.), das ist, von mehr als 30 Pfunden angedrücket würde. Derowegen ist es kein Wunder, daß man den Thaler mit den Fingern nicht loß reissen kan. Die Lufft drucket vermöge ihrer Schweere bloß perpendicular herunter und von einer Seite rings herum gegen den Thaler wie von der anderen. Derowegen findet man von ihr nach der Seite keinen Wiederstand. Und lässet sich der Thaler wohl nach der Seite verschieben, ob er sich gleich nicht gerade von dem Teller loß reissen lässet. Da die Lufft gleich anderen flüßigen Materien über sich und nach der Seite drucket, eben so starck als unter sich (§. 109.); so mag man den Teller wenden, wie man will, wenn man ihn auf einen Hahn geschraubet, damit man ihn von der Lufft-Pumpe abschrauben kan, indem der Thaler feste hält, und der Thaler bleibet einmahl so feste an dem Teller kleben, wie das andere. Weil mehr Lufft auf eine grosse Fläche drucket, als auf eine kleine; so verstehet ein jeder gleich vor sich, daß wenn man an stat des Thalers eine breite Scheibe von Meßinge AB nimmet, dieselbe auch viel fester angedrucket wird als der Thaler. Denn es sey der Diameter dieser Scheibe 4 Zoll; so verhält sich seine Fläche zu der Fläche des Thalers, der im Diameter 135

Warum man ihn nach der Seite verschieben kan.

Tab. IX. Fig. 65.

§. 112. Scr. hat (§. 165. Geom.), folgends auch die verschiedene Schweeren der Lufft, wodurch sie an den Teller angedrucket werden (§. 240. Geom.) wie 18225 zu 160000 (§. 147. Geom), das ist, bey nahe wie 1 zu 9 (§. 75. Arithm.) Derowegen da der Thaler mit einer Kraft von 30 Pf angedrucket wird; so muß die Scheibe mit einer von 270 Pf. angedrucket werden. Läßet man oben einen Rincken C anlöthen; so kan man die Scheibe an einen Hacken anhängen und unten an den Hahn, daran der Teller befestiget, ein Gewichte befestigen, damit man siehet, wie die Rechnung zutrifft. Oder man darf auch nur die Scheibe mit dem Rincken C an eine starcke Wage hängen, und den Teller feste halten, oder mit einem Stricke zurücke ziehen um dem Gewichte auf der Wage-Schaale von der andern Seite zu wiederstehen.

Probe der Rechnung.

Guerickens Versuch.

Guericke hat zu diesem Versuche einen künstlichern Rüstzeug erdacht, damit er die Würckung der Lufft wunderbahr machte, den er in oben angezogenem Orte beschrieben (a). Er hat nemlich ein küpffernes Gefässe, wie ein Stieffel zu einem Druckwercke ist, verfertigen lassen und den Stempel vermittelst eines Strickes, der über zwey Rollen gieng,

(a) Experim. de spatio vacuo lib. 3. c. 28. f. 110. Conf. Schottus in Techn. Curiosa lib. 1. c. 20. p. 44.

§. 112.

gieng, mit einer groſſen Wage-Schaale, die mit 2686 Pfund von Gewichten beſchweeret war, zuſammen aufgehangen. Als nun die Lufft ausgepumpet worden; hat die äuſſere den Stempel nieder gedruckt, und die Wage-Schaale mit ſo vielem Gewichte in die Höhe gezogen. Allein unſer gegenwärtiges Vorhaben iſt nicht die Druckung der Lufft in die Verwunderung zu ſetzen: ſondern vielmehr dieſe Wahrheit zu beſtetigen, daß, wenn die Lufft zwiſchen zweyen Flächen weggenommen wird, die äuſſere die Cörper ſo feſte an einander drucket, als wenn ſie an einander geleimet oder gelöthet wären. Und weil hier die Lufft nicht anders anzuſehen iſt als eine flüßige Materie, die auf die Cörper drucket, welche in ihren Flächen einander berühren; ſo begreiffet ein jeder, daß dieſes von allen anderen flüßigen Materien zu verſtehen iſt, die auf die Cörper, welche ſie umgeben, drucken, es mag ſolches geſchehen, durch was für eine Krafft es immer mehr wolle. Derowegen iſt aus gegenwärtigem Verſuche überhaupt klar, daß, wenn zwey Cörper einander berühren und zwiſchen denen Flächen, an welchen ſie einander berühren, die flüßige Materie ausgeſchloſſen wird, die ſie gegen einander drücket, dieſelben feſte zuſammen halten, als wenn ſie an einander geleimet, oder gelöthet wären. Wolte man zeigen

Warum ihn der Autor nicht nach gemacht.

Allgemeiner Satz von dem Drucke flüßiger Cörper.

§. 112.

gen, daß die Scheibe, welche so feste an dem Teller hält und in der Lufft nicht anders als durch ein so grosses Gewichte sich davon absondern lässet, gleich loß gehe und nicht mehr an ihm kleben bleibe, so bald die äussere Lufft, welche darauf drucket, weggepumpet wird: so kan es auf eben diese Weise bewerckstelliget werden, wie wir es oben mit der Glocke, die an den Teller angedrucket wird, glücklich zu Stande gebracht (§. 107.). Allein da es eines ist, ob die Lufft eine Glocke, oder eine Scheibe andrucket, so wäre es überflüßig diesen Versuch anzustellen.

Wie man in Versuchen die Sache beurtheilen soll.

In Versuchen muß man sich gewöhnen die Sachen nach dem Verstande und nicht bloß nach den Sinnen zu beurtheilen: denn sonst werden wir ohne Noth und öffters mit Verschwendung der Kosten, die man lieber auf andere Versuche hätte wenden können, die uns zur Erkäntniß anderer noch unbekandten Wahrheiten geführet hätten, die Versuche vervielfältigen und durch viele nicht mehr lernen als durch einen.

Warum man von einer Sache vielerley Versuche machet.

Jedoch verwerffen wir nicht schlechterdinges, daß man von einerley Sache vielerley Versuche anstellet: denn es können sich einige Fälle ereignen, da sie zu rathen sind, nemlich wenn sich besondere Ursachen zeigen, warum man dieses zu thun für rathsam erachtet. Z. E. wenn eine Wahrheit, als wie zu Gerickens Zeiten die Schweere der Lufft und ihr

Druck

§. 112.

Druck war, nicht allein gantz unbekandt ist, sondern gar vor ungereimt gehalten wird; so kan es nicht schaden, sondern bringet vielmehr Vortheil, wenn man sie durch viele Versuche und zwar durch solche bestetiget, die sehr in die Augen fallen und diejenigen in Verwunderung setzen, welche ihr keinen Platz einräumen wollen: denn dadurch werden ihre Vorurtheile, welche gar schweer auszurotten sind, wo sie einmahl tief eingewurtzelt, endlich gehoben. Unterweilen zeiget auch ein Versuch immer etwas mehrers als der andere und bringen uns viele zusammen zu deutlicherer Erkäntniß der Sache, als man einem durch einen nicht gewehren kan. Ja hier ist nach unserer Absicht auch dienlich zu zeigen, wie durch einen Versuch eine Wahrheit immer besser bestetiget wird als durch den andern.

Warum zwey glatte Marmel feste zusammen halten.

§. 113. Es ist schon längst, ehe man die Eigenschafften der Lufft genau erkennen lernen, bekandt gewesen, daß zwey glatte Marmel so feste an einander halten, wenn sie einander an ihren platten Grund-Flächen berühren, daß man sie nicht von einander reissen kan, ob sie sich gleich nach der Seite verschieben lassen. Ja man hat erkandt, daß dieses auch mit anderer Materie angehet, wenn sie glatt und eben geschliffen wird. Benjamin Bramer, der seine kurtze Meinung

Wie Bramer

§. 113. es verſucht und erkläret.

nung vom Vacuo oder leerem Orte zu Marpurg 1617. in 4. heraus gegeben, dazu ihm die Lufft-Künſte in der Hydraulick als einem Fürſtlichen Baumeiſter Anlaß gegeben hatten (a), hat dieſes von zwey glatten Platten, die recht horizontal auf einander liegen, ſo daß keine Lufft darzwiſchen kommen kan, überhaupt angemercket, daß ſie ſchweerlich ein Menſch, ob er ſchon ſehr ſtarck iſt, von einander reiſſen kan, wiewohl er nicht eigentlich zu ſagen weiß, auf was für Art und Weiſe die Lufft ſolches hindere, indem ihm zu ſeiner Zeit noch nicht bekandt war, wie ſie vermöge ihrer Schweere drucket. Daher er denn bloß (b) hinzu ſetzet, es geſchehe deßwegen, weil die Lufft, ſo vornen iſt, indem ſie geräde aufgehoben werden, auch hinten ſeyn kan: welches ſo viel als nichts geſaget iſt. Wir wiſſen die Art und Weiſe beſſer anzugeben, nachdem uns der Druck der Lufft zur Gnüge bekandt worden. Es geſchiehet nemlich auf eben die Weiſe, wie der Thaler und eine Platte an den Teller der Lufft-Pumpe angedrucket wird, und iſt dannenhero nicht nöthig ſolches hier noch einmahl zu wiederhohlen. Es wird ein jeder begreiffen, daß es einerley ſey, ob ich zwey Platten, z. E. aus

Wahre Erklärung.

(a) Vid. præf. p. 5.
(b) Vid. Tract. p. 12.

§. 113.

aus Meßinge, gantz glatt und eben ſchleiffe, oder ob ich ſie, wie im vorhergehenden Verſuche geſchiehet, nur platt ſchlage und ein naſſes Leder darzwiſchen lege, welches ſich dergeſtalt zwiſchen den beyden ebenen Flächen zuſammen drucken läſſet, daß dadurch die Ungleichheiten der Flächen erfüllet werden und es eben ſo viel iſt, als wenn ſie gantz genau auf einander paſſeten und nirgends einigen Raum für die Lufft übrig lieſſen. Unterdeſſen weil der Verſuch mit den beyden polirten Marmeln ſehr gemein iſt und überall, wo man von der Druckung der Lufft redet, davon gedacht wird; ſo habe ich ihn auch nicht mit Stillſchweigen übergehen wollen. Ich habe demnach zwey kleine Marmel von Cylindriſcher Figur verfertigen und in ſtarcken Meßing mit ſtarcken meßingenen Ringen einfaſſen laſſen. Der Diameter AB hält etwas weniges mehr als einen Zoll, die Höhen BC und BE bis 13 Linien. Dieſe beyden Grund-Flächen AB ſind glatt, daß ſie genau auf einander paſſen. Wenn ich nun dieſelben mit ein wenig Unſchlitt beſchmiere, jedoch mit gantz weichem, und ſie aus einander reibe, daß alle Lufft darzwiſchen weggehet, ſo hangen ſie feſt an einander und können nicht ohne Mühe von einander geriſſen werden. Nach der Seite aber läſſet ſich der obere Cylinder ABCD von dem unte-

Tab. X. Fig. 66. Genaue Beſchreibung des Verſuches.

§. 113. unteren ABEF ohne Mühe wegschieben. Ich habe an den Rincken des unteren G ein Gewichte H von 16 Pfunden angehangen und beyde Marmel mit dem Gewichte H bey dem Rincken I des oberen Cylinders ABCD in die Höhe gehoben; sie sind aber dessen ungeachtet nicht von einander gegangen. Nemlich wenn der Diameter AB bloß ein Zoll wäre, so hielte die Grund-Fläche 78½ Quadrat-Linie (§. 168. Geom.). Und demnach wäre es eben so viel, als wenn beyde Marmel ABCD und FEBA von beyden Seiten durch eine Krafft von mehr als 16 Pfunden zusammen gedrucket würden: wie man auf die Art und Weise es ausrechnen kan, die oben in ähnlichen Fällen (§. 105.) da gewesen. Und demnach ist es kein Wunder, daß 16 Pfunde den unteren Marmel FEBA von dem oberen ABCD nicht haben loßreissen können. Man siehet auch, warum man sie nicht ohne Mühe von einander reissen kan: denn es ist ja eben so viel, als wenn man mit jeder Hand ein Gewichte von mehr als 16 Pfunden heben und fort bewegen solte. Gleichwie man nun nicht zweiffeln kan, daß die Druckung der Lufft die wahre Ursache sey, warum sie so feste zusammen halten; so erhellet auch, wie vorhin (§. 112.), daß sie immer fester zusammen halten müssen, je mehr ihr Diameter AB vergrössert wird, und zwar die

Mathematischer Beweis.

Krafft

Krafft der Lufft, dadurch sie zusammen gedrucket werden, in Proportion der Quadrate ihrer Diametrorum zunimmet. §. 114.

§. 114. Gleichwie wir aber vorhin (§. 107.) gesehen, daß die Glocke, welche von der Lufft an den Teller gedrucket wird, gleich loß gehet, wenn die äussere Lufft weggepumpet wird: so ist auch kein Zweiffel, daß die beyden Marmel, oder andere glatte Platten nicht mehr so feste zusammen halten können, wenn man sie unter eine Glocke hänget und die Lufft auspumpet. Ich habe dieses versuchet und unten in G ein Gewichte von ein paar Pfunden angehangen, welches sie von einander gerissen, wenn die Lufft gröstentheils ausgepumpet gewesen. Jedoch ist es auch wohl unterweilen geschehen, daß sie nicht von einander gegangen. Nemlich weil sie mit ein wenig Unschlitt beschmieret werden; so kan es geschehen, daß sie dadurch fester gleichsam zusammen geleimet werden, als eine Krafft von zwey Pfunden von einander reissen kan. Und demnach betrügen sich diejenigen und richten wieder eine sonst so überflüßig bestetigte Wahrheit von der Druckung der Lufft nichts aus, wenn sie dieses als einen Beweis anführen wollen, daß die Lufft nicht drucke, folgends ihr keine so grosse Schweere und ausdehnende Krafft zukomme, wie wir ihr zugeeignet. Damit man aber die Mar-

Wenn die Marmel im Lufftleerem Raume von einander fallen.

Tab. X. Fig. 66.

§. 114. Wie sie unter der Glocke sicher aufgehängt werden.

mel sicher unter der Glocke aufhängen kan und keine Gefahr ist, daß das Gewichte, wenn sie von einander gehen, an dieselbe anschläget und sie zerbricht; so hat man ein Gestelle dazu nöthig, dessen Beschaffenheit aus der Figur zu ersehen. Nemlich AB ist ein schmaler platter Ring aus Meßing und C eine kleine meßingene Platte, in deren Mitte ein Hacken D befestiget, daran man die Marmel mit dem Gewichte aufhängen kan. Rings herum sind Stäbe von meßingenem Drathe oben und unten eingelöthet, die anfangs gerade aufgehen, nach diesem aber oben in die Krümme gebeuget sind, damit das Gestelle oben so weit verbleibet als wie es unten ist. In E ist der eine Stab an einem kleinen Arme dergestalt befestiget, daß man ihn unten in B heraus ziehen und nach Gefallen in die Höhe heben kan, damit man desto bequemer in das Gestelle hinein greiffen und die Marmel mit dem Gewichte darinnen an den Hacken D aufhängen kan. Wenn nun gleich das Gewichte H im Auspumpen einen Schwung bekommet; so kan es doch nicht weiter als bis an die Stäbe stossen und daher die Glocke nicht erreichen. Fället es auch endlich mit dem unteren Marmel ABEF gar herunter, so bleibet es doch innerhalb dem Gestelle liegen und kan nirgends an die Glocke anstossen.

Tab. X. Fig. 67.

Fig. 66.

§. 115.

§. 115. Weil Gvericke die gewaltſame Druckung der Lufft zuerſt erfunden; ſo war es billig, daß er darauf bedacht war, wie er ſolche Würckungen zeigete, dadurch er jederman in Verwunderung ſetzte, maſſen man es dazumahl für eine Sonnen-klare Sache hielt, daß die Lufft leichte ſey und nicht die geringſte Schweere habe und, ob zwar einige aus den Verſuchen des Galilæi und Torricellii überführet waren, man könne ihr eine Schweere beylegen, ſo glaubte man doch nicht, daß ſo gewaltſame Würckungen von ihr herrühren könten. Er ließ demnach zwey halbe hohle küpfferne Kugeln machen mit einem platten Rande, damit er eine auf die andere legen konte. Daß keine Lufft zwiſchen der Fuge hinein kommen möchte, legte er einen naſſen ledernen Ring darzwiſchen. Damit er endlich die Lufft auspumpen konte, wurden ſie mit einem Ventil verſehen. Endlich rings herum kamen ſtarcke Rincken, damit man Pferde daran ſpannen konte. Als er nun ein paar dergleichen halbe Kugeln auf gehörige Weiſe zuſammen fügte, die im Diameter $\frac{3}{4}$ von einer Magdeburgiſchen Elle waren, und die Lufft heraus pumpete; konten 16 Pferde, deren 8 von einer jeden Seite angeſpannet worden, ſie nicht von einander reiſſen. Als er nach dieſem zwey gröſſere hatte machen laſſen, die im Diameter eine gantze

§. 115. Wie die Lufft zwey halbe hohle Kugeln zuſammen drucket.

Warum und wie Gvericke den Verſuch angeſtellet.

§. 115. Elle hielten, hat er sie mit 24 bis 30 Pferden kaum von einander bringen können (a). Wer Lust hat, kan die Krafft der Lufft, wodurch sie zusammen gedrucket werden, auf eben die Art ausrechnen, wie oben bey den Glocken geschehen (§. 105.) und ich bald in einem Exempel nach unserem Maasse zeigen will.

Mein Versuch.

Beschreibung der Halb-Kugeln.

Ich habe zwey halbe hohle Kugeln aus Meßinge giessen lassen. Der Diameter im Lichten ist 636 Scr. die Dicke des Meßinges 22 Scr. und also der gantze Diameter 658 Scr. das ist, bey nahe 6 Zoll und 6 Linien. Rings herum ist ein Rand von 37 Scr. welcher von der Seite, wo die Kugeln zusammen gefüget werden, gantz platt ist. In der einen Kugel-Helffte gehet die Kugel über die platte Seite des Randes ein paar Linien hoch vor, in der anderen hingegen ist sie um so viel vertieffet, damit ein Theil auf den anderen passet und keiner von dem anderen abgleiten kan. Damit man einen Hahn hinein schrauben und die Lufft auspumpen kan; so ist in die eine Helffte ein Loch mit einer Mutter gemacht.

Tab. X. Fig. 68. ABC stellet die eine Kugel-Helffte vor, wie sie von aussen anzusehen. AB ist der breite Rand, der von der anderen Seite platt ist, wo die Kugel aufliegt, in C ist der starcke Rin-

(a) Experiment. Magdeb. lib. 3. c. 23, 24. §. 104. 105.

§. 115.

Rincken, daran ſie aufgehänget wird, in D iſt das Loch mit der Mutter, darein die Schraube geſchraubet wird. Den Hahn habe ich nach ſeinen Theilen in der vorhergehenden Kupffer-Platte bey dem Teller mit der kleinen Glocke vorgeſtellet. DEH iſt die andere Kugel-Helffte, DE der erhabene Rand, FG der breite Rand, in H der Rincken. Dieſe Kugel-Helfften ſind ſchon an ſich ſehr ſchweer: denn eine wäget über 13 Pfund. Wenn man die Waſſer-Säule ausrechnen will, welche ſo ſchweer drucket als die Lufft, wodurch dieſe Halb-Kugeln an einander gedrucket werden; ſo muß die Breite des Randes mit zu dem Diameter gerechnet werden: denn da die Lufft nach Perpendicular-Linien gegen den Horizont drucket; ſo iſt es eben ſo viel, als wenn an ſtat der Halb-Kugeln nur 2 Platten wären, die im Diameter ſo breit wären, als der gröſte Circul der Kugel mit dem breiten Rande, daran ſie einander berühren. Wenn man demnach den Diameter der Kugel 658 Scr. zu der Breite des Randes 37 addiret; ſo kommet der Diameter der Grund-Fläche von der verlangten Waſſer-Säule 695 Scr. und demnach die Grund-Fläche 379175 Scr. das iſt, bey nahe 3792 Quadrat-Linien (§. 168. Geom.), folgends der Inhalt der Waſſer-Säule 11755 Cubic-Zoll (§. 221. Geom. & §. 89.

Mathematiſcher Beweis.

§. 115. Experim.). Da nun ein Cubic-Zoll Waſſer 495 Gran wäget (§. 7.); ſo iſt die Schweere der Waſſer-Säule 5818725 Gr. oder etwas über 776 Pfund. Wenn man dieſe Kugeln von einander reiſſen will, ſo muß beyderſeits eine Krafft ſeyn, die über 776 Pfund ziehen kan. Und wenn man die Kugel an einen Hacken aufhängen, von der anderen Seite aber an den Rincken eine Wage mit Gewichten anhängen will; ſo hat man nöthig ſie mit 776 Pfunden und darüber zu beſchweeren, daß ſie von einander gehen, wenn die Lufft reine ausgepumpet iſt. Man ſiehet leicht, daß man ein ſtarckes Geſtelle dazu nöthig hat. Gvericke hat eines in ſeinem Hofe dazu machen laſſen (b): allein weil es mir nach meinen Umſtänden bequemer iſt ein Geſtelle zu haben, welches ich aus einem Orte in den andern und zwar bequem kan bringen laſſen, ſo habe ich ein anderes bewegliches verfertigen laſſen, welches ich hernach beſchreiben will, damit gegenwärtige Materie durch dieſe Beſchreibung nicht zu ſehr unterbrochen wird. Ja weil es auch beſchweerlich iſt ſo viel Gewichte zu haben oder zuſammen zu tragen, als erfordert wird, wenn man ſie von einander bringen will: ſo habe ich eine ſtarcke Schnell-Wage verfertigen laſſen,

Gebrauch der Schnell-Wage bey dem Verſuche.

(b) Vid. Experim. de Vacuo l. c. f. 106.

§. 115.

ſen, die ich gleichfalls hernach beſonders beſchreiben will. Denn da der groſſe Arm 14 mahl ſo lang iſt, als der kleine und an ſich mehr als 40 Pfund an dem kleinen Balcken im wagerechten Stande erhalten kan; ſo brauche ich weit weniger als den vierzehenden Theil des Gewichtes, welches ſonſt nöthig iſt die halben Kugeln von einander zu reiſſen (§. 72. Mech.). Ich habe 776 Pfund nöthig ſie ohne die Schnell-Wage von einander zu bringen. Wenn ich nun davon 40 abziehe und den Reſt 736 durch 14 dividire, ſo zeiget der Quotient, daß man mit 52$\frac{4}{7}$ Pfunden bey der Schnell-Wage auskommen kan. Die groſſen Halb-Kugeln laſſen ſich nicht unter eine Glocke bringen, damit man die äuſſere Lufft wegpumpen und dadurch zeigen könte, wie ſie durch ihre eigene Laſt von einander giengen, oder höchſtens durch Hülfe eines gantz kleinen Gewichtes, wenn ſie von dem Drucke der äuſſeren Lufft befreyet werden. Derowegen habe ich noch kleinere machen laſſen, die im Diameter (den Rand mit dazu gerechnet, weil wir ſolches in gegenwärtiger Rechnung nöthig haben, wie wir aus dem vorhergehenden geſehen) bey nahe 19 Linien haben und im übrigen völlig ſo beſchaffen ſind, wie die groſſen. Nach vorhergehender Rechnung wird die Grund-Fläche der Waſſer-Säule, die mit der

Warum der Autor den Verſuch auch mit kleinen Halb-Kugeln anſtellet.

§. 115. Lufft, welche die halbe Kugeln zusammen drucket, einerley Schweere hat, 283 Quadrat-Linien und also der cörperliche Inhalt derselben (wenn man die Höhe 31 Schuhe annimmet) bey nahe 877 Zoll gefunden, folgends ist es eben so viel als wenn diese halbe Kugeln von beyden Seiten bey nahe durch eine Krafft von 58 Pf. zusammen gedrucket würden. Wenn sie demnach reine ausgepumpet werden und ihrer zwey wollen sie von einander ziehen, so ist es eben so viel als wenn ein jeder 58 Pfund ziehen solte.

Wie er von statten gegangen.

Da man nun die kleinen Rincken nur mit einem Finger fassen kan; so ist es kein Wunder, daß öffters zwey Personen sie nicht von einander reissen können: denn jederman ist nicht so starck, daß er 58 Pfund mit einem Finger bequem in die Höhe heben kan. Unterdessen wenn ich Lufft wieder hinein gelassen; hat sie ein jeder ohne Mühe von einander bringen können, indem sie von einander gegangen, wenn ich nur ein Gewichte von ein paar Pfunden angehangen.

Warum sie nicht von einander fallen, wenn Lufft hinein kommet.

Man solte zwar meinen, daß sie von einander fallen müsten, so bald die äussere Lufft hinein käme, weil die untere halbe Kugel durch ihre eigene Schweere sich von der grossen absondern müste. Allein man lässet den Rand der einen halben Kugel mit Unschlitt von einem brennenden Lichte umfliessen, damit durch die Fuge keine Lufft kommen kan, und dieses

§. 115.

ſes verbindet öffters die halben Kugeln ſo feſte mit einander, ſonderlich nachdem ſie durch die äuſſere Lufft bey Herauspumpung der inneren feſte angedrucket worden, daß auch zwey Pfund nicht mächtig ſind ſie von einander zu reiſſen. Unterdeſſen kommet die Gröſſe des Gewichtes, ſo in dieſem Falle erfordert wird, bey weitem nicht den 58 Pfunden bey, die man nöthig hat, wann die innere Lufft reine ausgepumpet worden. Will man nun verſuchen, ob ſie unter der Glocke, wenn die äuſſere Lufft weggepumpet wird, ohne eine ſo groſſe Krafft, als wie in der freyen Lufft erfordert wird, von einander fallen; ſo darf man nur vorher verſuchen, was man für ein Gewichte in der freyen Lufft nöthig hat ſie von einander zu reiſſen, nachdem man Lufft wieder von neuem hinein gelaſſen: denn wenn man an die leeren Kugeln dieſes Gewichte anhänget, ſo fallen ſie davon unter der Glocke von einander, wenn man die Lufft weggepumpet. Damit man aber auch hier ſicher gehet und die gläſerne Glocke weder durch das Gewichte, noch auch die halbe herunter fallende Kugel zerſchlagen wird; ſo brauche ich das Geſtelle dazu, welches vorhin bey den Marmeln (§. 114.) beſchrieben worden. Man findet, daß nicht immer einerley Gewichte hierzu nöthig iſt: denn das Unſchlitt hält einmahl feſter zuſammen, als das andere. De-

Wie man ſie im Lufft-leeren Raume von einander bringet.

Vorſichtigkeit bey dieſem Verſuche.

§. 115. Ein Einwurff wird gehoben.

rowegen wenn es auch geschehen solte, daß einer durch das Gewichte, welches ihm der Künstler dazu verfertiget hätte, sie unter der leeren Glocke nicht von einander bringen könte; so würde man doch daher nichts wieder die Druckung der Lufft schlüssen können, und wer dieses thun wolte, denjenigen könnte man gar leicht wiederlegen. Denn man dörffte nur in der freyen Lufft den Hahn eröffnen und Lufft hinein lassen; so würde man finden, daß alsdenn auch dieses Gewichte sie nicht von einander bringen würde, unerachtet ein kleineres dieses zuwege bringet, wenn sie wieder mit den Händen von einander gerissen und nach diesem bloß wieder damit zusammen gedrucket worden.

Beschreibung des Gestelles die grosse Halb-Kugeln von einander zu bringen.

§. 116. Nachdem ich zur Gnüge beygebracht, was von diesem Versuche zu sagen gewesen; so muß ich auch das Gestelle beschreiben, welches ich brauche, wenn ich die grosse halbe Kugeln von einander bringen will, die ein Gewichte von mehr als 776 Pfunden erfordern. Ich brauche dieses Gestelle auch noch in vielen andern Versuchen, absonderlich in denen, wozu ich eine Wage nöthig habe. Denn da ich es bequem von einer Stelle zu der andern bringen kan; so kan ich auch kleine und grosse Wagen, nachdem eine nöthig habe, daran

Tab. X. Fig. 69.

aufhängen. Der obere Theil des Gestel-

les

§. 116.

les iſt aus ſtarckem Holtze oben rund gedrechſelt, unten aber in der Geſtalt eines dreyeckichten Priſmatis ausgeſchnitten, damit die drey Beine KL, MN, HI daran befeſtiget werden können: welches folgender geſtalt geſchiehet. Es werden Schrauben mit eiſernen Rincken G, F, &c. eingeſchraubet, welche in die obere Krinne K der Beine paſſen, und wird ein eiſerner Boltzen Q durch die Höltzer und den Rincken F durch geſchoben. Durch erwehnten oberen Theil AB wird mitten durch ein rundes Loch gebohret, dadurch gehet der Hacken EC, der oben in C eine Schraube hat, damit er vermittelſt einer Mutter an dem Geſtelle befeſtiget wird. In M iſt eine Rolle von Meßing, darüber man einen Strick ziehen kan. Endlich an dem einen Beine KL iſt eine Winde O, damit der Hacken P ſich auf und nieder winden läſſet. Wenn man nun die halben Kugeln durch Gewichte von einander reiſſen will, ſo wird die eine mit ihrem Rincken an den Hacken E gehänget: an den Rincken der unteren hänget man die Wage-Schaale mit den Gewichten. Damit aber die untere halbe Kugel, wenn ſie loß gehet, nicht ſtarck aufſchlagen und davon Schaden nehmen kan; ſo wird ſie vermittelſt eines Strickes, der über die Rolle M gezogen und in den Hacken P eingehangen wird, zurücke gehalten. Will man vermit-

§. 116. vermittelst der Schnellwage die halben Kugeln von einander bringen; so wird die Wage an dem Hacken E die Kugel aber mit dem einen Rincken an den Hacken des kurtzen Armes der Schnellwage aufgehangen. Damit man nun die Kugel auch unten befestigen kan, machet man an das Gestelle einen Fuß von zwey starcken Höltzern, an deren einem die beyden Beine HI und MN, an dem anderen aber das dritte KL befestiget ist, so von der anderen Seite mitten an das andere Holtz feste gemacht wird. In N wird ein starcker eiserner Hacken eingeschraubet, daran man die Kugel vermittelst einer Kette einhängen kan. Die Rolle hat man in gegenwärtigem Versuche nicht allzeit nöthig: sie kan aber in anderen Fällen gebraucht werden.

Beschreibung der Schnell-Wage.

§. 117. Was nun ferner die Schnell-Wage betrifft, so ist der eiserne Balcken AB einen Zoll dicke und 4 Linien breit. Der kleine Arm AC hält 24½ Linie in der Länge, von dem Mittel-Puncte aber des Hackens an, daran die Wage-Schaale oder das Gewichte gehangen wird, bis in den Ruhe-Punct C, 18 Linien. Der grosse Arm CB ist über 14 mahl so lang als die Weite des Gewichtes an dem kleinen Arme von dem Ruhe-Puncte DC. Jeder Theil in dem langen Arme, welcher dieser Weite gleichet, ist durch Linien in 5 gleiche

Tab. XI. Fig. 70.

Thei-

Theile und jeder von dieſen Theilen durch §. 117.
einen Punct abermahls in zwey gleiche Theile getheilet; ſo daß man das Gewichte, welches man den **Läuffer** nennet, um den zehenden Theil ſeiner gantzen Krafft kan zunehmen laſſen. Z. E. wenn der Läuffer ein Pfund wäre, ſo wiegete er im erſten Puncte neun Pfund (§. 72. Mech.). Schiebet man ihn fort bis zu dem nächſten Puncte, ſo wieget er noch $\frac{1}{10}$ über 9 Pfund. Rücket man ihn weiter fort bis zu der nächſten Linie; ſo wieget er $\frac{2}{10}$ oder $\frac{1}{5}$ über 9 Pfund, u. ſ. w. Der lange Arm ſtehet durch ſeine eigene Schweere mit 40 Pfunden an dem kleinen in wagerechtem Stande. Ueber den Wage-Balcken gehet mit ihm der Fuß des Züngleins EF in einem fort, und iſt 9 Linien hoch, unten $2\frac{1}{2}$ Zoll, oben $4\frac{1}{2}$ Linie breit. Das Zünglein HI hat noch einen kleinen meßingenen Fuß über dem eiſernen, der nicht über $1\frac{1}{2}$ Linien hoch iſt; ſelbſt aber iſt es 2 Zoll hoch, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und 2 Linien dicke. Die Axe G, wo die Wage aufliget, iſt oben rund, unten wie ein Hertze zugeſpitzet, damit ſie ſich leicht ziehen läſſet und nicht vielen Widerſtand findet, zu welchem Ende auch die Pfanne L mitten weit ausgehöhlet und glatt poliret iſt, damit die Axe nirgends anſtoſſen und ſich reiben kan, als wodurch verhindert wird, daß ſie ſich ſchnelle

§. 117. le beweget, auch von dem geringsten Gewichte, das darauf geleget wird. Oben in N ist der Hacken, damit man die Wage aufhängen kan, der hat unten eine länglichte Kugel O mit einer Spitze, damit man dabey mercken kan, ob die Wage horizontal stehet, oder nicht. Der Hacken, wo die Schaale mit der Last angehangen wird, PQ, ist völlig auf eben eine solche Art eingehangen, wie die Wage selbst, nur daß alles verkehrt unter sich gehet, was dort aufwarts stehet. Der Schieber ST hat einen festen Hacken T, daran man das Gewichte hänget, und oben in S eine scharffe Schneide, damit er auf den Eintheilungen genau aufstehen kan. Und wird zu dem Ende an dem Balcken B von Meßinge ein Knopff mit einer Schraube vermittelst der Mutter im Balcken befestiget, daß es nicht herab fallen kan. Das übrige ist aus der Figur abzunehmen: den Grund der Schnell-Wage lernet man aus der Mechanick (§. 72. Mech.) verstehen. Im übrigen verstehet ein jeder vor sich, der in der Mechanick nur ein wenig erfahren, daß man auch eine andere Wage so einhängen kan, wie hier die Schnell-Wage eingehangen ist, wenn sie schnelle ziehen soll. Und dieses ist eben die Ursache, warum die Wagen, davon ich oben (§. 1.) Erwehnung gethan, so schnelle ziehen, wenn man auch nur das geringste, welches eine Schweere hat, darauf leget.

§. 118.

§. 118. Gebrauch der Schnell-Wage in Abwägung der Lufft.

§. 118. Ich habe oben, da ich die Lufft abwägen wollen, eine so grosse Kugel gebraucht, daß sie auf der gewöhnlichen Wage einen starcken Ausschlag gegeben. Wolte man aber entweder den Ausschlag noch stärcker oder wenigstens eben so einen bey einer viel kleinern Kugel haben, so dörffte man nur die Schnell-Wage dazu brauchen, nachdem sie vorher durch ein Gewichte von 40 Pfunden mit dem langen Arme in wagerechten Stand gesetzet worden (§. 117.). Da meine Wage die Schweere 14 mahl vergrössert; so würde der Ausschlag der oben abgewogenen Kugel auf ihr nicht mehr 704 Gran (§. 86.), sondern 9856 Gran, das ist, über 1 Pfund und 10 Loth seyn (§. 2.).

Wie die Lufft feste Cörper zerdrucket. Tab. IX. Fig. 64.

§. 119. Damit man die Gewalt der Lufft, die sie durch ihren Druck ausübet, noch umständlicher begreiffen möchte; habe ich mir auch angelegen seyn lassen, durch einige Versuche zu zeigen, was durch ihren Druck in festen Cörpern erfolget. Zu dem Ende habe ich auf den Cylinder von Bleche ABDC, den ich oben (§. 111.) umständlicher beschrieben, ein Stücke nasse Blase mit einem Bindfaden feste angebunden und zwar dergestalt, daß die Blase über das Gefässe recht ausgespannet worden. Nach diesem habe ich die Blase also aufgebunden in einem trocknen und kühlen Orte stehen lassen,

Wie sie Blasen zerreisset.

§. 119. sen, damit sie daselbst nach und nach trocken worden; so ist sie an den vertiefften und erhabenen Rand dergestalt angedorret, daß man sie nicht gantz davon abreissen können. Endlich habe ich das Instrument auf die Lufft-Pumpe gebracht und die Lufft unter der Blase weggepumpet; so ist dieselbe mit einem Krachen in der Mitten zerplatzet und hat verschiedene Risse bekommen. Woraus man siehet, daß, wenn ein ausgespanneter Cörper starck gedrucket wird, bis er zerplatzet, er nicht bloß in der Mitten ein Loch bekommet, sondern auch gegen die Peripherie zu an verschiedenen Orten zerreisset. Man kan mit einem runden Holtze (denn ein spitziges bohret ein Loch durch) auf die Blase drucken, bis sie entzwey gehet: so wird man finden, daß sie eben auf eine solche Weise zerreissen wird, wie durch die Lufft. Und lässet sich dadurch augenscheinlich begreiffen, daß es eine Würckung sey, die von nichts anders als der äussern Druckung der Lufft herrühret. Nemlich da die Blase an dem Rande feste ist und nicht nachgiebet; so lässet sie sich in der Mitten, wo man von dem Rande am weitesten weg ist, am besten eindrücken. Nun kan sie nicht zerplatzen, als wenn sie zu starck ausgespannet wird, und demnach muß sie in der Mitten anfangs wie eine Schaale eingebogen werden, ehe sie zerplatzet.

§. 119.

tzet. Indem sie aber in der Mitten eingebogen wird, wird sie zugleich nach der Peripherie zu ausgedehnet. Weil nun einige Theile sich stärcker ausdehnen lassen als die anderen, diejenigen aber die zu starck gedehnet werden zerspringen; so bohret die Lufft, oder auch das Holtz, damit man drucket, nicht bloß in der Mitten ein Loch, sondern reisset auch zur Seiten ein. Wolte man nun auf die Beschaffenheit der Blase acht haben, wie nemlich die Fäsichen, die sich in ihr unterscheiden lassen, gehen; so würde man auch in dem besonderen Falle anzeigen konnen, warum die Blase hier und nicht dar gerissen. Jedoch weil es auch geschehen kan, daß die Blase in einem Orte besser nachgiebet als im andern, weil sie daselbst an dem Rande nicht so feste hält, als wie andere Theile derselben; so muß man zugleich mit hierauf acht haben, wenn man in besonderen Fällen zeigen will, warum die Blase eben hier und nicht anderswo zerrissen. Ueber dieses habe ich auch eckichte Gefässe mit platten Flächen aus Bleche machen lassen und die Lufft ausgepumpet; so habe ich gefunden, daß die Lufft sie zusammen drucket und zwar dergestalt, daß sie mitten in den Flächen tiefer hinein drucket als gegen die Ecken. Es gehet aber dieses besser an, wenn die Gefässe etwas groß, als wenn sie kleine sind:

Wie sie Gefässe zusammen drucket.

§. 119. gleichwie auch eine Blase eher zerplatzet, wenn sie über einen grossen Cylinder ausgespannet wird; als wenn man nur einen kleinen darzu brauchet. Ich habe auch die Lufft weggepumpet, wenn ich über das Gefässe ABDC eine nasse Blase ausgespannet und fest gebunden. Allein alsdenn hat sich die Blase wie ein Kessel hinein drucken lassen, an dem Rande zwischen dem Bindfaden durchgezogen und ist nicht zerplatzet. Und zwar ist sie so starck in das Gefässe hinein gezogen worden, daß, wenn sie auch von aussen weit über das Gefässe vorgegangen, man sie doch nicht zurücke halten können. Die Lufft hat sie vielmehr mit Gewalt dem, der sie gehalten und mit Macht zurücke gezogen, aus den Händen gerissen. Hieher gehöret was **Gvericke** (a) angemercket, daß ihm die Lufft eine grosse küpfferne Kugel, daraus er die innere Lufft ausgepumpet hatte, weil sie nicht recht rund war, in einem Augenblicke zusammen gedrucket. Denn es kommet bloß von ihrer Figur, wenn sie nicht zusammen gedruckt wird, unerachtet das Kupffer nicht eben gar dicke ist (§. 108.).

Wie der Versuch mit der Blase mißlinget, wenn sie naß ist.

Kugel, die nicht recht rund, wird zusammen gedruckt.

Mageburgische Wind-Büchse.

§. 120. Eben dieser **Gvericke** hat eine besondere Art der Wind-Büchse erfunden, welche man daher die **Magdeburgische Wind-**

(a) loc. cit. lib. 3. c. 3. f. 75.

Wind-Büchse zu nennen pfleget, da man mit der Lufft schiesset, wie sie um uns herum ist (b), da in den gewöhnlichen Wind-Büchsen die Lufft zusammen gedrucket wird, und man also mit zusammen gedruckter Lufft schiesset. §. 120.

Weil sie nicht so nützlich zu gebrauchen ist wie die gewöhnlichen; so habe ich sie nur in kleinem verfertigen lassen. Die gantze Büchse ist aus zwey meßingenen Röhren zusammen gesetzet. Das grosse AB ist einen Schuh und zwey Zoll lang, der Diameter im Lichten hält nicht völlig 3 Linien nach unser zehentheiligen Eintheilung. In B wird das Ventil BC befestiget, dergestalt daß seine Röhre ein wenig über das Rohr AB hervorgehet, damit man eine kleine Scheibe D von einem Charten-Blate mit ein wenig von einem brennenden Lichte abgeträuffeltem Unschlitte daselbst befestigen kan. Die Röhre von dem Ventile ist drey Linien lang und der Diameter mit dem breiten Ringe bis 8 Linien, im Lichten aber ist es so weit, daß die gantze Röhre der Wind-Büchse bequem hinein gehet. Weil es aber nicht wohl angehet, daß das Rohr der Büchse in das Ventil so genau passet, daß keine Lufft darzwischen durchkommen kan; so wird nur um das Rohr der Büchse herum, wo dasselbe hinkommen soll, Wachs

Tab. XI. Fig. 71. Beschreibung derselben.

(b) ibid. c. 29. f. 112.

§. 120. geträuffelt und, weil es noch etwas weich ist, das Ventil eingedrehet, damit es überall feste anlieget. Ich nenne es ein Ventil, weil es eben dasjenige verrichtet, was einem Ventile oblieget. Nemlich das Scheiblein aus dem Charten-Blate lässet sich nicht in die Röhre der Wind-Büchse hinein drucken und hält dadurch die äusserliche Lufft davon ab. Hingegen lässet es sich von innen heraus wegstossen und vergönnet daher der Kugel ihren freyen Lauff. Gleich zu Ende des Ventiles in E ist unten an der Röhre AB ein länglichtes Loch 24 Scrupel lang, etwas über 12 breit. Eben dergleichen ist an der anderen Röhre FG, die von beyden Seiten zu ist, und zwar eben daselbst, wo sie an dem Loche der oberen Röhre anlieget, dergestalt daß beyder Röhren Löcher genau auf einander passen. Diese kleine Röhre ist nur 8 Zoll lang oder $\frac{2}{3}$ von der grossen, in der Weite aber der grossen gleich. Hinten in G ist eine Schraube K angelöthet, die mitten durchbohret ist, damit dadurch die Lufft aus den beyden Röhren in die daran geschraubete leere Kugel kommen kan. In E und I sind zwey Rincken oben mit Muttern angelöthet, dadurch man die grosse Röhre AB stecken und solchergestalt durch die Schrauben M und N die kleine daran befestigen kan. Wenn man nun mit dieser Büchse schiessen will; so

Wie die Büchse geladen wird.

wird,

§. 120.

wird, wie schon vorhin gedacht, an das Ventil BC ein Scheiblein von einem Charten-Blate mit ein wenig abgeträuffeltem Unschlitt befestiget. Denn sehr feste darf es nicht angekleibet werden, damit nicht dadurch der Kugel ihre Krafft benommen wird, wenn sie heraus fähret und es wegstösset. Je williger es weggehet, je besser ist es. Man hat im Ankleiben auf weiter nichts zu sehen, als daß die Lufft darzwischen nicht hinein kommen kan. In A wird die bleyerne Kugel eingesetzt und, damit nicht neben ihr die Lufft in das Rohr AB dringen kan, ein wenig mit Unschlitt von einem brennenden Lichte umträuffelt. Endlich wird die Lufft aus einer gläsernen oder küpffernen Kugel ausgepumpet, mit einem Hahne verschlossen, damit nicht von aussen wieder einige Lufft hinein dringen kan, und endlich an die Büchse vermittelst der Schraube K angeschraubet. Nachdem man nun die Büchse mit dem Ventile BC gegen den Ort gerichtet, wo man hinschiessen will; so wird der Hahn behende eröffnet, und indem dieses geschiehet, flieget die Kugel durch das Ventil BC heraus. Wie dieses zugehet, kan man aus dem vorhergehenden erklären. Weil die Kugel, worauf man die Wind-Büchse geschraubet, von Lufft leer ist; so muß die Lufft, welche in den Röhren ist, sich ausbreiten und den Raum der Kugel zugleich

Wie die Kugel durch die Büchse von der Lufft getrieben wird.

§. 120. gleich mit erfüllen, indem der Hahn eröffnet wird (§. 80.). Hierdurch wird die ausdehnende Krafft der Lufft in der Röhre AB vergeringert (§. 81.), daß sie nicht so starck gegen die Kugel in A drucket als dieselbe von der äusseren Lufft gedrucket wird. Weil demnach die äussere Lufft stärcker drucket, so muß die Kugel weichen und wird von ihr durch die Mündung in C heraus gestossen. Man siehet leicht, daß die Kugel sich um so viel schneller bewegen muß, je grösser die Krafft der äussern Lufft als die Krafft der eingeschlossenen in der Röhre ist. Derowegen weil die Lufft in der Röhre AB um so viel dünner wird, je grösser die Kugel ist, darauf man die Büchse schraubet, und je reiner man die Lufft ausgepumpet (§. 81.); so erkennet man daraus, daß man eine grosse Kugel an die Windbüchse schrauben und sie reine ausleeren muß, wenn man starck schiessen will. Ob ich zwar eine grosse Kugel habe (§. 86.), so habe ich es doch bisher bloß mit der kleineren (§. 98.) versucht, weil es zu beschweerlich ist, die grosse reine auszupumpen, und das Schiessen an sich eine blosse Curiosität. Daher ich auch diese kleinere Kugel nicht gantz reine ausgepumpet. Es hat aber die von aussen eindringende Lufft die Kugel in der Weite von 12 Schuhen an eine Thüre getrieben, daß sie daselbst angeschlagen und fast eben wieder so weit zurücke geprallet.

Wie man starck schiessen kan.

Weil

§. 120. Wie man vielmahl hinter einander schiessen kan.

Weil die Kugel in dem Augenblicke herausgetrieben wird, indem man den Hahn eröffnet, so darf man ihn nur gleich wieder zuschlieſſen, damit nicht viel von der äuſſeren Lufft hinein kommen kan. Und dann läſſet sich viel mehr als einmahl schieſſen, ohne daß man nöthig hat die Kugel von neuem auszuleeren.

Wie es möglich ist, daß die Lufft die Kugeln treiben kan.

Man solte anfangs meinen, es wäre nicht möglich, daß die Lufft, welche in A die Kugel drucket, dieselbe durch das Ventil in BC heraus stoſſen könte, weil nemlich die Lufft so starck das Charten-Scheiblein in dem Ventile andrucket, als die Kugel in A von ihr gedrucket wird. Nun ist freylich wahr, wenn die Lufft in B, welche auf das Charten-Scheiblein drucket, von der Seite die Kugel gleich anfangs druckete, ehe sie wiche; so würde sich dieselbe nicht von der Stelle bewegen. Denn eben dieser Fall ist es, wenn die Büchse voll Lufft ist, massen alsdenn die Lufft in der Röhre BA durch ihre ausdehnende Krafft die Kugel so starck drucket, als sie von aussen durch die Schweere der Lufft gedrucket wird. Allein da die Lufft durch Eröffnung der angeschraubeten Kugel dünne gemacht worden, hat es eine gantz andere Bewandniß. Denn je dünner diese Lufft ist, je schwächer wird sie (§. 81.) und je gröſsere Krafft erhält dadurch die äussere sich in die Röhre AB zu bewegen. Da ihr nun

§. 120. die Kugel wiederſtehet, ſo wendet ſie dieſe Krafft an dieſelbe zu bewegen (§. 88.). Wenn nun aber die Kugel in Bewegung geſetzet worden; ſo iſt ihre Krafft ſtärcker als der Druck der Lufft und kan ſie daher nicht allein das Charten-Scheiblein wegſtoſſen, ſondern behält auch noch ſo viel Krafft übrig als erfordert wird ſie durch die Lufft bis an einen entlegenen Ort zu bewegen. Die Umſtände des Verſuches zeigen ſolches klärlich, und iſt nicht nöthig, daß man es anders beweiſe. Man höret es mit ſeinen Ohren, daß, wenn der Hahn eröffnet verbleibet, die Lufft anfangs ſchnelle, nach dieſem immer längſamer von auſſen durch die Röhre in die Kugel dringet: dem anfangs höret man ein ſtarckes, nach dieſem immer ein ſchwächeres Geräuſche, dergleichen allezeit verſpüret wird, wenn man durch den Hahn der Lufft-Pumpe entweder in die Lufft-Pumpe, oder in das ausgeleerete Gefäſſe wieder von auſſen Lufft hinein läſſet.

Wie die Lufft vermöge ihrer ausdehnenden Krafft die feſten Cörper drucket.

§. 121. Weil die ausdehnende Krafft der Lufft der Schweere der gantzen äuſſeren gleich iſt (§. 31. Aerom.); ſo wird ein jeder, welcher der Sache nachdencket, gleich ſchlüſſen, daß alle Würckungen, die wir bisher von der Druckung der äuſſeren Lufft gezeiget, auch durch die ausdehnende Krafft der inneren ſich müſſen zuwege bringen laſſen,

§. 121.

ſen, wenn es anders angehet, daß man für den Druck der äuſſeren Lufft den Druck der inneren eingeſchloſſenen in die Stelle ſetzen kan. Denn in einigen Fällen gehet dieſes nicht wohl an. Z. E. die beyden halben hohlen Kugeln werden durch die Schweere der äuſſeren Lufft zuſammen gedruckt, auch durch die ausdehnende Krafft derſelben unter einer Glocke mit Lufft bey einander erhalten: allein man kan nicht die äuſſere Lufft wegnehmen und ſie durch die innere eingeſchloſſene zuſammen drucken laſſen. Vielmehr, wenn man dieſelben auf gewöhnliche Weiſe mit etwas Unſchlitt zuſammen fügen und unter einer Glocke aufhängen, nach dieſem aber die äuſſere Lufft wegpumpen wolte, würde die innere vermöge ihrer ausdehnenden Krafft ſie von einander ſtoſſen. Denn die Lufft, welche in der Kugel eingeſchloſſen iſt, drucket von innen die halben Kugeln ſo ſtarck, als ſie von auſſen durch die Schweere, oder auch ausdehnende Krafft der äuſſeren Lufft gedrucket werden. Wenn nun die äuſſere Lufft durch das Auspumpen geſchwächet wird (§. 81.); ſo drucket die innere ſtärcker von dem Mittel-Puncte die Kugel weg, als die äuſſere gegen denſelben drucket. So bald nun der Druck der inneren Lufft dadurch ſtärcker wird, als das Unſchlitt die halben Kugeln zuſammen halten kan; ſo bald fället auch die untere

Warum dieſer Verſuch bey den hohlen Halb-Kugeln nicht angehet.

§. 121.

Warum nicht bey den polirten Marmeln.

halbe Kugel herunter, nachdem sie von der oberen loßgestossen worden. Zwischen die beyden platten Marmel oder andere polirte Platten, welche eben deßwegen zusammen hangen, weil keine Lufft zwischen ihnen ist und sie bloß von der äusseren gedrucket werden, kan man keine Lufft bringen, die eben das verrichtete, was die äussere Lufft durch ihren Druck ausrichtet. Unterdessen sind doch andere Versuche da gewesen, bey welchen es angehet, daß man an die Stelle der äusseren Lufft die innere mit ihrer ausdehnenden Krafft setzet, dergleichen wir hier zu beschreiben uns vorgenommen, damit wir destomehr diese Wahrheit bestetigten, daß wenig eingeschlossene Lufft vermöge ihrer ausdehnenden Krafft eben dasjenige ausrichten kan, was die äussere Lufft mit ihrer gantzen Schweere zu Stande bringet, indem mir aus der Erfahrung bekandt, daß sie den meisten schweer eingehet, und auch dieses eben nicht zu verwundern ist, indem die übrigen flüßigen Materien, die wir kennen, keine dergleichen ausdehnende Krafft haben, und daher etwas ungewöhnliches ist, was wir bey der Lufft wahrnehmen. Damit ich demnach zeigen möchte, daß die eingeschlossene wenige Lufft vermöge ihrer ausdehnenden Krafft eben so wohl die Glaß-Scheiben zersprenge, als sie von der äusseren durch ihre Schweere gedrucket werden; so

Absicht des Autoris.

Wie wenig eingeschlossene Lufft so viel vermag als die gantze Last der äusseren.

habe

§. 121. Tab. XI. Fig. 72. Versuch mit Zersprengung der Glaß-Scheiben.

habe ich anfangs ein grosses Bier- oder Wasser-Glaß ABCD genommen und eine Glaß-Scheibe EF hinein gedruckt, auch um den Rand mit warmem Peche umfliessen lassen, daß unten keine Lufft aus dem Raume EFCD heraus kommen konte. Dieses Glaß habe ich unter die Glocke gesetzet und die äussere Lufft weggepumpet: da denn nicht allein die Glaß-Scheibe zersprungen, sondern auch die Stücken mit einer solchen Gewalt heraus geflogen, daß die Glocke, welche ich darüber gedecket hatte, dadurch zerbrochen ward: denn da man von der Gewalt des springenden Glases und der Grösse des Wiederstandes der Glocke keinen deutlichen Begriff hat; so lässet sich auch die Würckung nicht durch den Verstand vorher sehen. Daher ich auch nach diesem, als ich diesen Versuch wiederhohlet, oben in das Glaß über die Glaß-Scheibe in AEFB etwas weiches, als z. E. Werck, Baumwolle oder ein leinenes Tüchlein, geleget, damit kein Glaß heraus springen konte. Woher das Glaß mit solcher Gewalt zerspringet, indem die Lufft unter der Glocke weggepumpet wird; kan man aus dem vorhergehenden begreiffen. Die ausdehnende Krafft der in dem Raume des Glases EDCF unter der Scheibe EF eingeschlossenen Lufft ist der Schweere der gantzen äusseren Lufft gleich (§. 31. Aerom.). Da nun die

Vorsichtigkeit im Versuche.

Woher das Glaß so viel Gewalt bekommet, indem es zersprenget wird.

Lufft

§. 121. Lufft vermöge ihrer ausdehnenden Krafft so starck über sich als unter sich drucket (§. 109.); so ist es eben so viel als wenn auf die Glaß-Scheibe EF die Lufft von innen mit ihrer gantzen Schweere druckete. Wenn die Lufft mit ihrer gantzen Schweere auf eine Glaß-Scheibe drucket, und wird die von der anderen Seite durch das Auspumpen geschwächet, so springet die Scheibe in viele Stücke entzwey (§. 109.). Derowegen muß auch dieses geschehen, wenn die Lufft, welche von aussen auf die Glaß-Scheibe EF drucket, durch das Auspumpen geschwächet wird. Weil nun aber die Lufft durch die zerbrochene Glaß-Scheibe mit Geschwindigkeit in die Glocke heraus fähret, so daß sie auch eine Kugel von Bley, die ihr im Wege stehet, mit einer ziemlichen Krafft fortstossen kan (§. 120.); so ist es kein Wunder, wenn sie auch ein Stücke Glaß, indem sie heraus fähret, vor sich her mit solcher Krafft stösset, daß es in der gläsernen Glocke einen Ritz verursachen kan. Ich habe schon aus dem vorhergehenden wiederhohlet, daß die Lufft mit ihrer ausdehnenden Krafft so viel über sich als unter sich drucket, und demnach siehet man auch schon vorher, daß die Scheibe ohne Gefahr die Glocke zu zerbrechen zersprenget wird, wenn man das Glaß umkehret, so daß es auf seiner Mündung AB stehet und den Boden DC über sich kehret.

Wie man noch auf andere Art vorsichtig seyn kan.

§. 121.

kehret. Jedoch damit nach dieſem, wenn die Lufft unter die Glocke gelaſſen wird, das Glaß nicht an den Teller der Lufft-Pumpe angedrucket wird und ſich ſchweer loßreiſſen läſſet (§. 107.); ſo muß man von der einen Seite etwas unterlegen, damit das Glaß nicht gantz aufſtehet. Weil ſich aber hierbey verſchiedener Verdruß ereignet; ſo habe ich ein beſonderes Inſtrument zu dieſem Verſuche machen laſſen, welches wir nach dieſem auch noch bey einer anderen Gelegenheit werden brauchen können. ABDC iſt ein Cylindriſches Glaß im Diameter 26 Linien weit und 30 Linien hoch. Oben in AB hat es einen breiten meßingenen Rand, bey nahe 4 Linien breit. Dieſer Rand iſt inwendig ſo viel tieffer, daß man mit Baum-Wachſe eine Glaß-Scheibe darinnen befeſtigen kan, ohne daß die Scheibe oder das Wachs über den Rand gehet. ABED iſt ein anderes Glaß in Geſtalt eines abgekürtzten Kegels. Dieſes iſt unten in AB gleichfalls mit einem platten Rande von Meßinge verſehen; oben aber in DE in Meßinge eingefaſſet, ſo daß es gantz zu iſt und nur in der Mitten ein kleines Löchlein hat, welches man mit einer Schraube F verſchlieſſen kan. Zwiſchen die Schraube und den platten meßingenen angekütteten Deckel wird ein lederner Ring geleget, wie ſchon öffters erinnert worden, damit die

Tab. XI. Fig. 73. Beſonderes Inſtrument zu dieſem Verſuche.

Lufft

§. 121. Lufft bey der Schraube nicht von aussen hinein kan. Man leget auch zwischen die beyden platten Ränder in AB einen nassen ledernen Ring und ziehet sie durch die Schrauben HI zusammen. Oder man darf auch nur Baum-Wachs darzwischen legen; so halten sie gleichfalls feste zusammen und lassen keine Lufft durch. So bald ich die Lufft aus dem unteren Glase ABDC anfange wegzupumpen; springet gemeiniglich auf den ersten Zug, absonderlich wenn man ein wenig inne hält, die Scheibe entzwey. Jedoch weil ich besorge, es möchte auch wohl das Glaß ABDC von denen Stücken der Scheibe, wenn sie mit Gewalt zerspringet, Schaden nehmen; so pflege ich lieber bey eröffnetem Hahne den Stempel etwas langsam heraus zu ziehen, und alsdenn gehet öffters die Scheibe gantz gemächlich entzwey, daß sie bloß Ritze bekommet. Nemlich die Lufft kan schon in dem unteren Glase ABDC so dünne und schwach seyn, daß sie der in dem oberen ABED nicht mehr wiederstehen kan das Glaß zu zerdrucken, ehe der gantze Stempel heraus gezogen wird. Ob gleich aber alsdenn ihre Krafft zureichet, das Glaß zu zerdrucken; so reicht es doch nicht zu es mit Gewalt zu zersprengen, daß die Stücken herum fliegen, indem die untere noch zu starck wiederstehet. Ich habe auch trockne und im nassen erweichte Lamms-

Vorsichtigkeit im Versuchen.

Ob Blasen im Lufft-lee-

§. 121. rem Raume zerplatzen.

Lamms-Blasen aufgeblasen, oben feste zugebunden und unter einer Glocke aufgehangen; nach diesem die Lufft gantz reine heraus gepumpet: allein ich habe niemahls erhalten können, daß eine davon zersprungen wäre. Woraus man siehet, daß die Blasen sehr feste sind, und einer grossen Gewalt wiederstehen können. Jedoch ist es geschehen, daß die Blase ein Loch bekommen, wenn ich noch ein Glaß mit Lufft daran gebunden, wodurch die Krafft der eingeschlossenen Lufft vergrössert wird. Nächst diesem habe ich ferner auf ein dergleichen blechernes Gefässe als ABDC ist, nur daß es unten in CD einen Boden gehabt, damit die Lufft darinnen geblieben, ein Stücke Schweins-Blase mit eben der Vorsichtigkeit aufgebunden, wie oben (§. 119.) geschehen und sie andorren lassen. Dieses Instrument habe ich unter eine Glocke gesetzet und die Lufft gehöriger Weise ausgepumpet, da denn gleichfalls die Blase zersprenget worden. Weil eine Blase mehr Wiederstand haben kan, als die andere; so kan ich nicht davor gut seyn, daß es jederzeit angehet, sonderlich wo nicht Lufft genung in dem Gefässe ABDC ist. Derowegen ist zu rathen, daß nicht allein das Gefässe weit gemacht wird, weil ein grosses Stücke Blase leichter zerspringet als ein kleines; sondern auch hoch, damit man Lufft genung in das Gefässe bekommet. Denn mehre-

Tab. IX. Fig. 64.

Was bey diesen Versuche zu bedencken.

§. 121. mehrere Lufft richtet mehr aus als wenigere. Wie denn auch ferner wohl zuzusehen, daß die Blase über dem Gefässe wohl ausgespannet und von aussen an dasselbe überall angestrichen wird, damit es rings herum andorret und gar nicht nachgiebet: zu welchem Ende die Blase wohl erweichet seyn muß. Vielleicht werden sich einige wundern, daß ich bey zersprengen der Blasen erfordere, man solle viel Lufft dazu haben. Wir haben ja öffters gehabt, daß die ausdehnende Krafft in dem geringsten Theile der Lufft so groß sey wie die Schweere der gantzen Lufft (§. 31. Aerom.). Und demnach wird die auf das Gefässe ABDC gebundene Blase einmahl so starck gedrucket als das andere, es mag viel oder wenig Lufft darinnen seyn. Allein ob gleich dieses alles seine Richtigkeit hat, so folget doch daraus noch nicht, daß man jederzeit mit weniger Lufft eben dasjenige ausrichten kan, was man mit vieler ausrichtet. Denn damit wir bey unserem Exempel bleiben, so ist klar, daß die Blase unmöglich zerplatzen kan, sie muß vorher starck gedehnet werden. Indem dieses geschiehet, nimmet sie eine erhabene Figur als wie ein Kessel an und dadurch wird der Raum unter der Blase grösser. Derowegen da sich die Lufft, welche anfangs nur das Gefässe allein erfüllete, nunmehro auch den Raum unter der Blase über dem Gefässe zu-

Warum man mit weniger eingeschlossenen Lufft nicht allzeit so viel ausrichtet, als mit vieler.

zugleich mit erfüllete (§. 80.); ſo wird da- §. 121.
durch ihre ausdehnende Krafft geſchwächet (§. 81.). Iſt nun wenige Lufft in dem Gefäſſe vorhanden, ſo kan ſie dadurch ſo dünne und ſchwach werden, daß ihre Krafft nicht mehr zureichet die Blaſe zu zerſprengen, ob ſie gleich genung geweſen ſie auszudehnen. Hingegen wenn viel Lufft in dem Gefäſſe iſt, ſo wird durch dieſe Ausbreitung ihre Krafft nicht ſo ſehr geſchwächet, und iſt demnach die ſtärckere mächtig zu thun, was die ſchwächere nicht auszurichten vermag. Gleich im Anfange, als ich mir eine Lufft-Pumpe zugeleget hatte, die viel kleiner war, als die ich jetzt habe, und alles ſelbſt zu verſuchen anfieng, damit ich nicht mit fremden Augen ſehen dorffte, zumahl da ich öffters nicht alle Umſtände ſo deutlich angemercket fand, als mir nöthig war, wenn ich in Erklärung der Natur die Verſuche gebrauchen wollte, habe ich ein kleines gläſernes Fläſchlein oben feſt verwahret, daß keine Lufft heraus konnte. Nehmlich ich habe anfangs in die Eröffnung ein Stücke Gorck feſt hinein gepreſſet, nach dieſem dieſelbe mit geſchmoltzenem Peche umlauffen laſſen und ein leines Läpplein darüber gebunden, auch daſſelbe unten herum, wo ich es gebunden, und an dem Ende rings herum mit abgetrauffeltem Peche umflieſſen laſſen. Das Fläſchlein, welches nicht viel über einen hal-

Ein Fläſchlein zerſpringt im Lufft-leerem Raume.

§. 121.

ben Zoll breit und nicht viel über einen lang war, habe ich in Leinwand gebunden, damit, wenn es etwan zerplatzen möchte, die gläserne Glocke davon keinen Schaden nähme. Und so verbunden habe ich es auf den Teller der Lufft-Pumpe geleget, eine Glocke gewöhnlicher Weise darüber gedecket und die Lufft ausgepumpet. Als die Lufft reine ausgepumpet gewesen, und ich wieder von aussen Lufft hinein gelassen, damit ich die Glocke wieder wegnehmen konnte; habe ich gefunden, daß das Fläschlein zersprengt gewesen. Nach diesem habe ich es mit anderen von eben dieser Grösse und mit noch grösseren versuchet; aber es hat keines zerspringen wollen: welches mich nicht gewundert, indem ein so kleines Fläschlein auch selten entzwey gehet, wenn die Lufft von innen ausgepumpet wird, massen sie gemeiniglich an den Flächen sehr erhaben sind, auch an sich eine kleine Fläche sich nicht so leichte eindrucken lässet als eine grosse, wie schon vorhin angemercket worden, ja auch einer, der in der Mechanick geübet, gar leichte erweisen könnte. Ich habe aber vermeinet, daß es eher angehen würde, wenn man eine etwas grössere, aber dünne Kugel nähme: denn ob gleich eine Kugel sich nicht leicht eindrucken lässet und daher der gantzen Schweere der Lufft wiederstehet (§. 108.); so lässet sie sich doch leichter zersprengen. Und ich habe

Warum dieses selten angehet.

mich

§. 121.

mich auch nicht in meiner Meinung betrogen. Denn eben jetzt, da ich dieſes ſchreibe, habe ich es mit einer gläſernen Kugel verſuchet, die im Diameter 48 Linien hat, aber im Glaſe gantz dünne iſt, wie dergleichen Kugeln gewöhnlicher maſſen zu ſeyn pflegen. Ich habe ſie oben verwahret, wie ich das Fläſchlein verwahret hatte, welches im leeren Raume zerſprungen. Damit die groſſe Glocke, welche ich darüber deckte, keinen Schaden nehmen möchte, habe ich zweyerley Vorſichtigkeit dabey gebrauchet. Erſtlich habe ich doppeltes Pappier um die Kugel gewickelt und oben an dem Halſe mit einem Bindfaden feſte zuſammen gebunden. Darnach habe ich den Stempel aus der Lufft-Pumpe ſehr langſam und zwar bey eröffnetem Hahne heraus winden laſſen. Daher es auch geſchehen, daß die Lufft nur in einem Orte durchgeſtoſſen und ein Loch in die Kugel gemacht, davon die Stücken in die Kugeln hinein gefallen, weil ſie das Pappier nicht heraus gelaſſen. Das Loch iſt bey nahe einen Zoll breit, aber nicht völlig 2 Zolle lang, und von einer unordentlichen Figur, jedoch an beyden Enden der Länge Circulrund. Wer mit dergleichen Verſuchen umgegangen, der ſiehet gar wohl, daß die Kugel in unzehlich viel Stücke würde zerplatzet ſeyn, wenn ich die Lufft aus der Glocke bey verſchloſſenem Hahne ausgepum-

Gläſerne Kugel zerſpringt im Lufftleeren Raume.

§. 121. pet hätte, daß ich nehmlich den Hahn jedesmahl erſt eröffnet, wenn der Stempel ſchon gantz heraus geweſen, und ſolchergeſtalt die Lufft unter der Glocke auf einmahl mercklich geſchwächet hätte. Und man kan es auch nur aus demjenigen abnehmen, was ich von den Glaß-Scheiben angemercket, nehmlich daß ſie in viele Stücke zerſprungen, wenn man die Lufft von der einen Seite auf einmahl ſchwächet, hingegen nur einen Ritz bekommen, wenn man den Stempel bey eröffnetem Hahne langſam heraus ziehet. Und dieſe bisher erzehleten Verſuche habe ich genung zu ſeyn erachtet um zu erweiſen, daß die eingeſchloſſene Lufft durch ihre ausdehnende Krafft eben dergleichen verrichten kan, als die freye Lufft durch ihre Schweere auszurichten vermögend iſt.

Die Lufft läſſet ſich zuſammen drucken.

§. 122. Wenn man den Stempel aus der Lufft-Pumpe heraus ziehet und durch den Hahn von auſſen Lufft hinein läſſet, bald darauf den Hahn wiederum herum kehret, damit die Lufft aus der Pumpe nicht wieder heraus kan: ſo läſſet ſich doch der Stempel, ob zwar nicht gantz, wieder hinein winden. Weil die Lufft von auſſen durch den Hahn in die Lufft-Pumpe hinein fähret, ſo iſt ſie ſo dichte, wie die äuſſere Lufft (§. 80.). In der That gehet auch der äuſſeren Lufft dadurch nichts ab, denn weil der Stempel, der anfangs an den Boden der Lufft-Pumpe ſtöſſet, her-

aus-

aus gezogen wird; ſo wird auch in der That ſo viel Lufft durch den Stempel von der einen Seite heraus geſtoſſen, als von der anderen durch den Hahn wieder hinein gehet. Wenn man den Stempel in die Pumpe hinein windet, ſo wird der Raum zwiſchen ihm und dem Boden, den die Lufft, welche durch den Hahn hinein gefahren, erfüllet, um ſo viel kleiner, je weiter der Stempel hinein geſtoſſen wird. Da aber gleichwohl die Lufft nicht heraus kan und ſolchergeſtalt nun einen viel kleineren Raum einnimmet, als vorhin; ſo muß ſie ſich allerdings zuſammen drucken laſſen. §. 122.

§. 123. Indem man den Stempel in die Lufft-Pumpe hinein windet, wenn ſie mit Lufft erfüllet und der Hahn verſchloſſen iſt, daß keine davon heraus kommen kan; ſo nimmet man wahr, daß er ſich immer ſchweerer hinein winden läſſet, je tieffer er hinein kommet. Je tieffer er aber hinein kommet, je mehr wird die Lufft zuſammen gedrucket (§. 122.). Derowegen läſſet ſich der Stempel um ſo viel ſchweerer hinein winden, je mehr die Lufft zuſammen gedrucket iſt, und folgends läſſet ſich auch die Lufft um ſo viel ſchweerer zuſammen drucken, je mehr ſie bereits zuſammen gedrucket worden. Und ſiehet man hieraus, daß die Lufft der Krafft wiederſtehet, die ſie zuſammen drucken will, und zwar um ſo viel mehr, je

Die ausdehnende Krafft der Lufft wird durch das zuſammen drucken verſtärcket.

Verſuch davon.

§. 123. Beweis aus der Natur der Lufft.

mehr sie bereits zusammen gedrucket worden. Es ist auch dieses der Natur der Lufft gemäß: denn sie hat eine ausdehnende Krafft, dadurch sie von allen Seiten gegen dasjenige, was ihre weitere Ausbreitung hindert, so starck drucket, als die Schweere der gantzen Lufft (§. 31. Aerom.). Da nun der Stempel, der hinein gewunden wird, sie in einen engeren Raum zwinget, vermöge ihrer ausdehnenden Krafft aber sie sich durch einen grösseren Raum ausbreiten will und gegen den Stempel zurücke drucket; so wiederstehet sie durch ihre ausdehnende Krafft der Zusammendruckung und zwar immer stärcker, je mehr sie zusammen gedrucket wird. Derowegen weil die ausdehnende Krafft der Lufft der ferneren Zusammendruckung immer mehr wiederstehet, je mehr sie bereits zusammen gedrucket worden; so ist daraus klar, daß ihre ausdehnende Krafft durch die Zusammendruckung vermehret wird, gleichwie man sie durch die Verdünnung schwächet (§. 81.).

Warum die zusammen gedruckte Lufft den Stempel zu rücke stösset.

Und daher geschiehet es auch, daß wenn der Hahn eröffnet wird, ein Theil von der Lufft durch ihn heraus fähret; wenn man aber den Hahn verschlossen lässet und zu winden aufhöret, auch durch die Winde den Stempel nicht zurücke hält, der Stempel wieder zurücke gleichsam von sich selbst heraus fähret und die Winde herum drehet. Nehmlich weil die ausdehnende Krafft der äusseren Lufft schwächer

cher iſt als der inneren in der Lufft-Pumpe, welche man zuſammen gedrucket, ſo kan ſie auch ihr nicht ſoviel wiederſtehen, als ſie drucket. Derowegen da die innere Lufft durch ihre ausdehnende Krafft ſich aus zu breiten trachtet, ſo muß ſie ſich auch ausbreiten, wenn der Hahn eröffnet wird, biß diejenige, welche in der Lufft-Pumpe zurücke verbleibet, einerley ausdehnende Krafft mit der äuſſeren erreichet. Und weil ſie auf den Stempel ſtärcker von innen drucket, als die äuſſere von auſſen auf ihn drucket; ſo wird auch der Stempel zurücke geſtoſſen, ſo lange ſie in dem Stande iſt den Wiederſtand zu überwinden, der durch das Reiben der Theile an einander entſtehet (§. 209. Mech.): aus welcher Urſache es geſchiehet, daß der Stempel nicht völlig ſo weit wieder zurücke gehet, als er hinein gewunden worden und ſolchergeſtalt die Lufft in der Pumpe noch etwas dichter und ſtärcker verbleibet als die äuſſere. Man kan ſolches gar eigentlich erfahren, wenn man den Hahn eröffnet, ſo bald der Stempel nicht weiter heraus fähret. Denn ſo wird man mercken, daß etwas Lufft heraus fähret. §. 123.

§. 124. Man kan auch ohne die Lufft-Pumpe erkennen, daß ſich die Lufft zuſammen drucken läſſet und dadurch ihre ausdehnende Krafft zunimmet. Nehmlich man nimmet eine gläſerne Röhre ABCD, davon der lange Wie viel die ausdehnende Krafft der Lufft durch das zu

§. 124. zusammendrucken zunimmet.

Theil AB oben offen, der kurtze CD aber zu ist, damit daselbst die Lufft nicht heraus kan. In die Röhre füllet man Queckſilber (§. 90.), bis es beyderseits in 1 stehet und der Theil in der kurtzen Röhre D 1 mit eben so dichter Lufft erfüllet, als die äussere. Wenn ich dessen destomehr gesichert seyn will, so lasse ich anfangs den kurtzen Theil DC oben in D offen bis ich das Queckſilber hinein gefüllet und befestige nach diesem darüber eine Hülse von Meßinge entweder mit Wachse, wie das Ventil in der Magdeburgischen Wind-Büchse (§. 120.), oder auch mit Baum-Wachse; oder ich stecke darein ein wenig Gorck und verwahre es mit abgeträuffeltem Peche oder Siegel-Lack, nachdem es die Bequemlichkeit mit sich bringet. Hierauf fähret man fort in die lange Röhre AB Queckſilber zu füllen. Unerachtet nun aus der kleinen DC keine Lufft heraus kommen kan, weder in D, weil die Eröffnung der Röhre daselbst zu und wieder den Ausgang der Lufft wohl verwahret ist, noch durch die lange Röhre, indem daſelbst das schweere Queckſilber wiederstehet, wodurch die Lufft als ein gar viel leichterer Cörper nicht heraufsteigen kan; so steiget doch das Queckſilber auch in der kurtzen CD immer höher, je mehr man Queckſilber in die grosse hinein füllet. Weil die Lufft aus dem Raume D 1 nicht heraus kan und doch das Queckſilber nach

Tab. XII. Fig. 74.

Hand-Griff.

Beweis.

§. 124.

nach und nach bis in 2, in 3, in 4, ꝛc. steiget und also für die Lufft nur der Raum D 2, D 3, D 4, &c. und also immer fort ein kleinerer übrig bleibet; so siehet man augenscheinlich, daß die Lufft zusammen gedrucket wird und zwar immer stärcker, je grösser die Krafft, als hier die Schweere des Queckſilbers ist, die sie zusammen drucket. Wiederum da die Lufft in der kurtzen Röhre CD sich noch weiter zusammen drucken läſſet, wenn mehr Queckſilber hinein kommet, von dem aber, was bereits darinnen ist, nicht mehr zusammen gedrucket werden kan; so muß sie vermöge ihrer ausdehnenden Krafft so starck wiederstehen als das Queckſilber in der grossen Röhre drucket (denn den Druck der äuſſeren Lufft, dem sie anfangs, ehe sie zusammen gedruckt ward, wiederstund, wollen wir jetzt bey Seite setzen). Es ist aber mehr Queckſilber in der groſſen Röhre, wenn die Lufft viel, als wenn sie wenig zusammen gedrucket ist. Und demnach wiederstehet die Lufft durch ihre ausdehnende Krafft einer grösseren Gewalt, wenn sie viel, als wenn sie wenig zusammen gedrucket worden, folgends wird ihre ausdehnende Krafft immer stärcker, je mehr sie zusammen gedrucket wird. Ich hätte es auch noch kürtzer aus den Anfangs-Gründen der Aerometrie erweisen können. Die

Kürtzerer Beweis.

§. 124. ausdehnende Krafft der Lufft iſt der Krafft gleich, wodurch ſie zuſammen gedrucket wird (§. 28. Aerom.) und alſo dem Queckſilber, welches in der langen Röhre AB höher ſtehet als in der kurtzen CD. Nun ſtehet mehr Queckſilber in der langen Röhre auſſer dem wagerechten Stande, wenn die Lufft in der kurtzen viel zuſammen gedrucket wird, als wenn ſie weniger zuſammen gedrucket iſt. Und demnach iſt die ausdehnende Krafft der Lufft ſtärcker, wenn ſie viel, als wenn ſie wenig zuſammen gedrucket worden. Will man ferner genau ausmachen, in was für einer Proportion die Lufft zuſammen gedrucket wird; ſo muß man eine Röhre dazu nehmen, die durchaus gleich weit iſt und ſowohl die Höhe der Lufft in der kleinen Röhre CD, als die Höhe des Queckſilbers in der groſſen AB genau abmeſſen und mit einander vergleichen. Es iſt auch gut, wenn die Röhre nicht gar zu enge, ſondern lieber etwas weit iſt, damit man die abnehmenden Höhen der Lufft deſto beſſer mercken kan, weil in vieler ſich der Unterſcheid deutlicher zeigen muß als in weniger. Ich habe die Sache ſelbſt niemahls genau abgemeſſen und jetzt leidet es nicht wohl die Zeit, daß ich es noch thue. Derowegen will ich nur erzehlen, wie

Wie man erfähret, in was für Proportion die Lufft zuſammen gedrucket wird.

es

§. 124. Wie es Mariotte gefunden.

es Mariotte (a) gefunden. Als das Queckſilber in der groſſen Röhre BA 18 Zoll hoch ſtund, war es im kleinen CD nur 4 Zoll hoch geſtiegen. Da im Anfange die Lufft 12 Zoll einnahm; erfüllete ſie jetzt nur 4 Zoll, als ſie von der Schweere der gantzen Lufft und noch über dieſes von einem 14 Zoll hohen Cylinder Queckſilber gedrucket ward. Die Schweere der gantzen Lufft rechnet Mariotte einem Cylinder von 28 Zollen gleich. Und demnach wurde die Lufft in einem Raume von 12 Zollen durch 28 Zoll; in einem aber von 28 Zollen von 42 Zollen gedrucket. Es verhält ſich aber 8 zu 12 wie 28 zu 42 nehmlich beyde Verhältniß iſt wie 2 zu 3. Und demnach verhält ſich der Raum der Lufft, die von einer kleineren Krafft zuſammen gedrucket wird, zu dem Raume, der eben ſo viel Lufft einnimmet, wenn ſie von einer gröſſeren Krafft zuſammen gedrucket wird, wie die gröſſere Krafft zu der kleineren. Als er in die lange Röhre AB noch mehr Queckſilber hinein goß, bis es 34 Zoll hoch ſtund, ſo ſtieg es in dem kleinen 6 Zoll hoch und die Lufft nahm noch einen Raum von 6 Zollen ein. Es war demnach ſo viel, als wenn die Lufft in dem Raume von 6 Zollen

(a) Eſſai ſec. de la nature de l'air p. 17. & ſeqq. it. du Mouvement des eaux part. 2. diſſ. 2. p. 140, & ſeqq. edit. Pariſ.

§. 124. len durch einen Cylinder Queckſilber von 28 Zollen und der Schweere der gantzen Lufft, welche gleichfalls ſo viel als ein Cylinder Queckſilber von 28 Zollen hielt, gedrucket würde. Und alſo ward die Lufft in dem halben Raume von einer doppelten Krafft gedrucket. Man ſiehet hieraus, daß der Raum, darein die Lufft zuſammen gedrucket wird, in einer verkehrten Verhältniß der Kräffte iſt, dadurch man ſie zuſammen drucket. Nehmlich eine doppelte Krafft bringet ſie in den halben, eine dreyfache in den dritten Theil, eine vierfache in den vierdten Theil desjenigen Raumes, darinnen ſie die einfache Krafft erhält. Wir wiſſen, daß die ausdehnende Krafft der Lufft derjenigen gleich iſt, die ſie zuſammen drucket (§. 28. Aerom.). Derowegen muß auch dieſelbe in eben der Proportion zunehmen, wie der Raum abnimmet, darein man ſie zuſammen drucket. Nehmlich gleich viel Lufft hat in einem halben Raume zweymahl ſo viel Krafft, in dem dritten Theile dreymahl, in dem vierdten viermahl ſo viel ꝛc. als in dem gantzen. Ich habe hier angenommen, daß der Raum der Lufft ſich jederzeit verhält wie die Länge des Theiles von der Röhre, den ſie erfüllet. Denn weil die Röhre durchgehends gleich weit iſt, ſo hat man dieſe Räume nicht anders anzuſehen als Cylinder von gleichen Grundflächen; von dieſen

aber

§. 124.

aber iſt bekandt (§. 239. Geom.), daß ſie ſich wie die Höhen verhalten. Und eben dieſe Beſchaffenheit hat es mit dem Queckſilber in der anderen Röhre. Weil aber ein Theil Queckſilber ſo ſchweer iſt als ein anderes von eben der Gröſſe; ſo verhält ſich auch die Schweere des Queckſilbers jederzeit wie die Länge der Röhre, die damit erfüllet. Boyle hat dieſen Verſuch gleichfalls mit vieler Sorgfalt wiederhohlet (b), ingleichen bey der Academie der Wiſſenſchafften zu Paris Amontons (c). Beyde haben es gleichfalls ſo befunden, wie es Mariotte heraus gebracht. Jedoch weil ich weiter unten zeigen werde, daß die ausdehnende Krafft der Lufft ſich auch noch auf andere Art als durch die Zuſammendruckung verändern läſſet; ſo muß man ſich wohl in acht nehmen, daß man Lufft von einerley Art oder Beſchaffenheit annimmet, wenn man von ihren Kräfften urtheilen will, die ſie durch die Zuſammendruckung erhalten. Denn ſonſt kan es freylich geſchehen, ja nicht anders ſeyn, als daß Lufft von verſchiedener Art nicht in dieſer Proportion zuſammen gedrucket

Wie es Boyle und Amontons gefunden.

Vorſichtigkeit beym Verſuche.

(b) in Defenſione doctrinæ de elatere & gravitate aëris contra Linum part. 3. c. 5. p. m. 42. & ſeqq.

(c) Hiſtoire de l'Acad, Roy. des Sciences A. 1705. p. 155. ſeqq. edit. Bat.

§. 124. drucket wird, massen gleich viel Lufft von verschiedener Beschaffenheit durch ein Gewichte nicht gleich starck zusammen gedrucket wird, wie wir unten sehen werden. Und aus dieser Quelle fliessen die Einwürffe, welche man wieder den durch gegenwärtigen Versuch bestetigten Satz vorbringet.

In was für einer Proportion die ausdehnende Krafft der Lufft vermindert wird.

§. 125. Man kan hieraus zugleich erkennen, in was für einer Proportion die ausdehnende Krafft der Lufft abnimmet, indem sie verdünnet wird. Nehmlich in einem jeden Zustande kan man die Lufft ansehen, als wenn sie von einer gewissen Krafft gedrucket würde, als die Lufft, welche frey um uns herum ist, wird durch die Schweere der übrigen, die auf ihr lieget, gedrucket: welches gleich viel ist, als wenn ein Gewichte von der Schweere darauf läge, die eine Säule Queckſilber hat, welche so hoch ist, als zur selbigen Zeit das Queckſilber in der Torricellianischen Röhre stehet (§. 90.). Wird die Lufft um so viel dünner gemacht, daß sie nun zweymahl so viel Raum einnimmet, als sie vorher einnahm; so ist es eben so viel, als wenn nur die Helffte von dem vorigen Gewichte darauf läge (§. 124.) und daher ist auch ihre ausdehnende Krafft nur noch halb so groß wie vorhin (§. 28. Aerom.). Wird die Lufft so dünne gemacht, daß sie viermahl so viel Raum einnimmet, als sie zu erst einnahm;

nahm; so braucht man nur den vierdten Theil des Gewichtes, womit sie im Anfange zusammen gedrucket ward, sie in diesem Zustande zu erhalten (§. 124.) und ist daher auch ihre ausdehnende Krafft nur noch der vierdte Theil von derjenigen, die sie im Anfange hatte (§. cit. Aerom.). Und hieraus erhellet, daß die ausdehnende Krafft der Lufft in eben der Proportion abnimmet, in welcher der Raum, dadurch sie sich ausbreitet, zunimmet. §. 125.

Gebrauch der Torricellianischen Röhre bey dem Auspumpen der Lufft.

Derowegen da man aus dem Falle des Queckſilbers in der Torricellianiſchen Röhre unter der Glocke, die ausgepumpet wird, erkennen kan, wie viel die ausdehnende Krafft der Lufft abnimmet, maſſen ſie allezeit gleich iſt der Schweere des Queckſilbers in der Röhre, in ſo weit ſie auf eben eine ſo groſſe Fläche drucket, als die Grundfläche der Röhre iſt (§. 91.); ſo kan man auch daraus abnehmen, wie viel die Lufft dünner wird. Die Lufft nimmet hierinnen ab, wie die Höhen abnehmen. Wenn man demnach die Torricellianiſche Röhre an die Lufft-Pumpe dergeſtalt befeſtigte, daß die Lufft, welche auf das Queckſilber im Gefäſſe drucket, jederzeit ſo verdünnet würde, wie ſie in dem Gefäſſe verdünnet wird, das man auspumpet; ſo könnte man daraus deutlich erkennen, wie viel die Lufft dünner worden und wie viel ſich ihre ausdehnende Krafft vergeringert.

Und

§. 125. Und dieses ist ein viel sicherer Weg, als wenn man aus der Grösse der Lufft-Pumpe und des Gefässes ausrechnen soll, wie dünne die Lufft auf jeden Zug wird, indem man leichter in der Proportion des Gefässes zu der Lufft-Pumpe verstossen kan, theils weil man den Stempel einmahl etwas mehr oder weniger heraus windet, als das andere, theils weil sich die Grösse des Gefässes wegen seiner Figur nicht eben so genau bestimmen lässet. Man kan auch die Torricellianische Röhre noch bequemer so anbringen, daß sie oben offen ist und ihre Eröffnung in das Gefässe gehet, welches man auspumpet, als Z. E. Wenn man an die Röhre CS, darauf der Teller geschraubet wird, in B eine Eröffnung machete, darein man die Röhre von dem Barometer schraubet, die oben recht wincklicht muß gebogen seyn. Denn so viel die ausdehnende Krafft durch das Auspumpen in dem Gefässe vermindert wird, so viel muß durch die Schweere des Queckſilbers in der Röhre ersetzet werden. Demnach drucket die äussere Lufft so viel Queckſilber in die Röhre: welches ich bald durch einen besondern Versuch zeigen will. Nur mercke ich noch vorher an, daß auf eine dergleichen Art der berühmte Künstler in Engelland Hauksbee die Torricellianische Röhre bey seiner besonderen Art der Lufft-Pumpe angebracht, die er

Tab. VII. Fig. 42.

gleich

gleich im Anfange ſeiner Verſuche beſchrieben, welche zuerſt A. 1709. zu Londen in 4 heraus kommen, nach dieſem aber eben daſelbſt A 1710. in 8 mit einem neuen Anhange wieder aufgeleget worden (a). Aus der erſten Auflage iſt die Beſchreibung in die Acta Eruditorum (b) geſetzt worden. §. 125.

§. 126. Damit man nun deſto beſſer begreiffen mag, wie durch das Steigen des Queckſilbers die Verdünnung der Lufft in einem Gefäſſe und folgends die Abnahme der ausdehnenden Krafft erkandt wird; ſo habe ich eine Glocke ABC oben mit Meſſinge einfaſſen laſſen, darinnen eine Mutter iſt, damit man die Röhre CDEF mit der Schraube C auf die Glocke ſchrauben kan. Die gläſerne Röhre FG iſt oben gleichfalls mit Meßinge eingefaſſet und ſo lang, als man die Torricellianiſche Röhre hat, oder nach Erforderung der Lufft-Pumpe auch wohl länger. Es iſt auch oben in F eine Mutter, damit man ſie an die vorige meſſingene Röhre CDEF anſchrauben kan, zu welchem Ende dieſe in F eine Schraube hat. Wo dieſe meßingene Röhre auf die Glocke, ingleichen auf die gläſerne Röhre angeſchraubet wird, leget man gewöhnli- **Wie die Verdünnung der Lufft in der Lufft-Pumpe erkandt wird.** Tab. XII. Fig. 75. **Beſchreibung des Inſtrumentes.**

(a) Phyſico Mechanical Experiments on various Subjects.

(b) Supplement. Tom. V. Sect. 9. p. 403.

§. 126. cher maassen ein Leder darzwischen, welches vorher mit zerlassenem Unschlitte voll getränckt worden. So bald man die Lufft aus der Glocke ACB auspumpet, steiget das Quecksilber aus dem Gefässe HI in der Röhre GF in die Höhe. Es mag aber die Glocke ACB groß oder kleine seyn, so bringet man es doch niemahls höher, als im Barometro. Hingegen wenn man an stat des Quecksilbers Wasser ins Gefässe HI geußt; so steiget das Wasser durch die meßingene Röhre FEDC bis in die Glocke hinein, und wenn die Lufft unter der Glocke genung verdünnet worden, bleibet nicht der geringste Tropffen Wasser, der über die untere Eröffnung G der Röhre FG gehet, im Gefässe HI. Es ist klar, daß die Lufft unter der Glocke und in der Röhre FG mit der äusseren, die auf das Quecksilber im Gefässe HI drucket, von einerley Beschaffenheit ist. Da nun ihre ausdehnende Krafft der Schweere der gantzen Lufft gleichet (§. 31. Aerom.); so wiederstehet sie so starck dem Quecksilber als die Lufft im Gefässe darauf drucket. So bald die Lufft aus der Glocke ABC ausgepumpet wird; so wird auch dadurch ihre ausdehnende Krafft schwächer (§. 81.) und kan daher der äusseren nicht mehr allein wiederstehen. Derowegen behält die äussere Lufft die Oberhand und stosset etwas vom Quecksilber aus dem Gefässe IH in die

Beschreibung des Versuches.

Erklärung des Versuches.

Röhre,

Röhre, bis die Schweere deſſelben mit der ausdehnenden Krafft der in der Röhre und Glocke übrigen Lufft zuſammen der Schweere der gantzen äuſſeren die Wage hält. Es iſt demnach hier eben ſo viel, als wie da in der oben zugeſchmeltzten Röhre über dem Queckſilber etwas Lufft gelaſſen ward (§. 95.), und deswegen auch gar nicht nöthig, daß ich ein mehrers hinzu ſetze. Da nun aber anfangs die ausdehnende Krafft der Lufft unter der Glocke und in der Röhre (als an welchen beyden Orten ſie beſtändig von einer Beſchaffenheit iſt) der Schweere der gantzen Lufft allein die Wage hält, nach dieſem aber die ausdehnende Krafft der eingeſchloſſenen mit dem Queckſilber, das in die Röhre GF geſtiegen, zuſammen dergleichen erſt vermögen; ſo wird wohl niemand zweifeln, daß nicht die Schweere des Queckſilbers den Abgang der ausdehnenden Krafft der Lufft unter der Glocke erſetze, und man dannenhero daraus ſchlüſſen kan, wie viel ſie durch das Auspumpen der Lufft abgenommen. Und eben hieraus erhellet ferner, daß durch alles Pumpen das Queckſilber doch nicht höher gebracht werden kan, als es in der Torricellianiſchen Röhre ſtehet. Denn in ihr ſtehet es ſo hoch, daß es mit der Schweere der gantzen Lufft die Wage hält (§. 91.). Die ausdehnende Krafft der Lufft unter der Glocke iſt anfangs auch nicht gröſſer. Dero-

§. 126.

Wie hoch man das Queckſilber durch Auspumpen bringen kan.

§. 126. wegen weil das Queckſilber in der Röhre FG durch ſeine Schweere den Abgang der Lufft erſetzet; ſo kan auch, wenn die Lufft reine ausgepumpet worden, nicht mehr Queckſilber in der Röhre ſeyn, als mit der Schweere der gantzen Lufft die Wage hält. Unterdeſſen lernet man auch zugleich aus dieſem Verſuche, daß in dem von Lufft leerem Raume keine anziehende Krafft ſeyn könne, auf eine unwiederſprechliche Weiſe erkennen. Denn wenn dergleichen Krafft darinnen angetroffen würde, ſo müſte ſie allerdings in einem groſſen Raume ſtärcker ſeyn, als in einem kleinen. Allein man mag groſſe oder kleine Glocken dazu nehmen, ſo ſteiget doch deſſen ungeachtet das Queckſilber einmahl nicht höher als das andere, und demnach reimet ſich dieſes nicht mit einer anziehenden Krafft im leeren Raume zuſammen, aber wohl (wie wir geſehen haben) mit der Druckung der Schweere der Lufft, als welche eine abgemeſſene Krafft iſt (§. 90.). Warum das Waſſer gantz hinein lauffet, da das Queckſilber nicht drey Schuhe hoch zu bringen iſt, kan man aus dem vorhergehenden gleichfalls begreiffen. Denn das Waſſer iſt kaum den vierzehenden Theil ſo ſchweer als das Queckſilber (§. 9.), und kan daher durch diejenige Krafft, welche das Queckſilber in einer gewiſſen Höhe erhält, vierzehen mahl ſo hoch getrieben wer-

Anziehende Krafft iſt im Lufft leerem Raume nicht vorhanden.

Warum ſich das Waſſer bis in die Glocke pumpen laſſet.

werden. Weil nun die Röhre nicht 14 mahl so lang ist, als das Queckſilber darinnen ſtehet; ſo iſt auch kein Wunder, daß es bis in die Glocke hinein läufft und, wenn dieſe gantz ausgepumpet iſt, die gantze Glocke voll Waſſer werden kan. §. 126.

§. 127. Die ausdehnende Krafft der Lufft wird durch die Zuſammendruckung verſtärcket (§. 123.) und daher können dadurch eben diejenigen Würckungen erfolgen, welche die Lufft durch ihre Schweere verrichtet. Damit man demnach ſehen möchte, wie die Erfahrung damit übereinſtimmet; ſo habe ich folgende Verſuche angeſtellet. Ich habe in ein Glaß AB mit einer engen Eröffnung Waſſer gefüllet und 67 Scrupel hoch Lufft darüber gelaſſen. Darnach habe ich eine gläſerne Röhre CD hinein gekittet, die an beyden Enden C und D offen war. Als nun keine Lufft in A durchkommen konnte, habe ich ſo ſtarck hinein geblaſen, als ich vermocht; ſo iſt davon das Waſſer in der Röhre über das im Glaſe 22 Linien hoch geſtiegen. Weil die Röhre oben in C offen iſt, ſo hält die in dem Glaſe über dem Waſſer eingeſchloſſene Lufft durch ihre ausdehnende Krafft mit der Schweere der gantzen Lufft und dem Waſſer in der Röhre von der oberen Fläche deſſen im Glaſe angerechnet die Wage. Nun iſt die ausdehnende Krafft der Lufft anfangs, ehe mehrere

Würckungen der Lufft, indem ſie zuſammen gedrucket wird.

Tab. XII. Fig. 76.

Wie die Lufft durch Blaſen verſtärcket wird.

§. 127. rere hinein geblasen wird, der Schweere der gantzen Lufft gleich (§. 31. Aerom.). Derowegen muß dieselbe durch die Lufft, welche ich hinein geblasen hatte, so viel seyn vermehret worden, als die Schweere des Wassers in der Röhre über den wagerechten Stand des Wassers im Glase austräget.

Mathematischer Beweis. Die gantze Schweere der Lufft gleichet einem Cylinder Wasser, der 32 Schuhe oder 3200 Linien hoch ist (§. 89.). Da nun das Wasser hier nur 22 Linien hoch erhalten wird, welches der 145tzigste Theil von 3200 ist; so ist hieraus klar, daß die Lufft im Glase AB um $\frac{1}{145}$ ihrer ersten Krafft stärcker und eben so viel dichter (§. 124.) worden. Es ist klar, daß die Lufft durch das Blasen in der That noch dichter und stärcker worden. Denn indem sie das Wasser in die Höhe gestossen, ist so viel Raum in dem Glase leer worden, als es in der Röhre eingenommen. Durch diesen Raum, welchen das Wasser verlassen, hat sich die Lufft ausgebreitet (§. 80.) und ist daher nach dessen Proportion dünner und schwächer worden (§. 125.). Als die Höhe der Lufft im Glase über dem Wasser anfangs 74 Scrupel hoch war; so stieg das Wasser, nachdem ich so viel Lufft hinein geblasen hatte, als ich vermochte, 414 Scrupel hoch. Da nun dieses etwas mehr als der sieben und siebentzigste Theil von 32

Schu-

§. 127.

Schuhen oder 32000 Scrupeln ist; so ist hier die Lufft um $\frac{1}{77}$ ihrer Krafft dichter und stärcker worden. Und hieraus erhellet, daß sich die Lufft durch Blasen mehr verstärcken lässet, wenn viel in einem weiten Raume ist, als wenn sich nur wenige in einem engen Raume befindet. Damit ich dieses desto besser zeigen möchte; so habe 134 Scrupel hoch Lufft über dem Wasser gelassen. Als ich nun hinein geblasen, so viel ich vermochte: so ist das Wasser in der Röhre 751 Scrupel hoch über das im Glase gestiegen. Wenn man 32000 durch 751 dividiret, so kommet 42 heraus und bleibet mehr als ein halbes übrig. Und demnach ist klar, daß die Lufft in gegenwärtigem Falle bey nahe um den zwey und viertzigsten Theil stärcker und dichter worden. Will man noch mehr Lufft über dem Wasser lassen, so wird man ihre Krafft durch Blasen noch weiter vermehren können. Es dörfften sich vielleicht einige wundern, wie es zugienge, daß man stärcker blasen könne, wenn viel Lufft im Glase ist, als wenn wenig darinnen vorhanden. Allein wenn sie die Sachen genauer erwegen, so werden sie finden, daß man einmahl so starck blasen kan, als das andere. Wir wissen aus dem vorhergehenden, daß die ausdehnende Krafft der Lufft, wodurch sie dem Blasen wiederstehet, nicht aus der Menge, sondern ihrer Dichtigkeit beurtheilet werden muß (§. 124.).

Wenn sich die Lufft durch Blasen mehr verstärcken lässet.

Ursache davon.

§. 127. Wenn nun zwey Gläser von gleicher Grösse vorhanden sind, in deren einem viel, in dem andern aber wenig Lufft über dem Wasser im Glase ist; so begreiffet ein jeder, daß, woferne in beyden Gläsern die Lufft gleich dichte werden soll, in dasjenige, wo viel Lufft ist, mehrere hinein kommen muß, als in das andere, wo nur wenige ist, indem die viele einen grossen, die wenige einen kleinen Raum erfüllet. Man setze, es sey in dem einen Glase dreymahl so viel Lufft als in dem andern: weil nun der Raum in der Lufft unverändert bleibet, indem man hinein bläset; so siehet man gleich, daß man in das Glaß, wo viel Lufft ist, dreymahl so viel hinein blasen muß als in das andere. Wenn ich demnach in das erste mit weniger Lufft den dritten Theil, in das andere, wo dreymahl so viel Lufft ist, drey Theile hinein blase; so hat die Lufft beyderseits einerley Krafft, wodurch sie der ferneren Zusammendrückung widerstehet. Derowegen wenn sie in dem einen hindern kan, daß sich weiter keine Lufft hinein blasen lässet; so muß sie auch solches in dem andern hindern können. Unterdessen kan doch nicht die Lufft in beyden Fällen das Wasser in der Röhre auf eine gleiche Höhe treiben, indem man zu blasen aufhöret. Denn so bald das Wasser in die Röhre steiget, wird die Lufft weiter ausgebreitet und dadurch ihre Krafft vermindert (§. 81.). Sie

muß

§. 127.

muß sich aber so viel ausbreiten, bis ihre ausdehnende Krafft dem Wasser in der Röhre und der Schweere der gantzen Lufft zusammen die Wage hält, wie auch schon vorhin ausgeführet worden. Wenn nun in dem ersten Glase, wo die wenige Lufft ist, dadurch das Wasser in der Röhre drey Zoll hoch getrieben würde; so muß die Lufft so dichte seyn, daß sie über 32 Schuhe (denn so groß achtet man die Schweere der gantzen Lufft) noch drey Zoll Wasser tragen kan. Soll ferner in dem andern Glase, wo dreymahl so viel Lufft ist, dieselbe gleichfalls nicht dichter seyn; so muß ein jeder von den drey Theilen so viel Raum einnehmen, wie die Lufft in dem ersten Glase einnimmet, und würde daher das Wasser in der Röhre dreymahl so hoch steigen müssen. Allein die ausdehnende Krafft ist alsdenn nicht grösser in diesem Glase als in dem vorigen (§. 124.) und also kan sie nicht 9 Zoll, sondern nur 3 Zoll hoch das Wasser halten. Derowegen muß das Wasser zwar höher steigen als 3 Zoll, jedoch tieffer stehen als 9 Zoll, und folgends ist die Lufft dichter, auch ihre Krafft stärcker in dem Glase, wo viele ist, als in dem andern, wo wenige ist: welches alles mit dem überein kommet, was wir oben durch den Versuch heraus gebracht. Man erkennet hieraus, daß man keinesweges die Stärcke des Blasens aus der Höhe des

Woraus man die Stärcke des Blasens beurtheilen kan.

§. 127. Wassers in der Röhre beurtheilen kan, wenn man entweder verschiedene Gläser, oder auch in einem Glase nicht einmahl so viel Lufft als das andere hat: sondern ich kan bloß sagen, daß entweder ich einmahl so starck blase als das andere, oder auch zwey Personen gleich starck blasen, wenn in einem Glase, darinnen einmahl so viel Lufft ist als das andere, das Wasser nach beydem Blasen gleich hoch steiget. Und zwar muß man auch gesichert seyn, daß die Lufft in Wärme und Kälte keine Veränderung gelitten, ehe das andere hinein geblasen wird. Man siehet ferner, daß man auch niemahls die eigentliche Stärcke des Blasens aus der Höhe des Wassers in der Röhre beurtheilen kan, weil sich diese nach der Weite des Gefässes ändert. Wolte man aber dieses zu Stande bringen; so müste man ein Gefässe dazu haben, welches so weit wäre, daß das Wasser, welches durch den Zuwachs der ausdehnenden Krafft von der dichteren Lufft in der Röhre erhalten wird, den Raum für sie im Glase nicht mercklich vergrösserte: denn weil sich alsdenn die Lufft nicht mercklich ausbreiten könnte, so bliebe sie fast so dichte, als sie durch das Blasen worden war, und behielte daher auch ihre Stärcke, die sie durch das Blasen erhalten. Und solchergestalt liesse sich die Krafft zu blasen zu einem gewissen Maasse bringen. Ich habe

§. 127.

habe demnach ausführlich gezeiget, was nöthig ist ein Instrument zu verfertigen, dadurch man die Krafft oder Stärcke zu blasen abmessen kan. Es könnte auch einen und den andern wundern, wie es denn zugienge, daß wir so gar wenig Lufft in ein Glaß hinein blasen können. Derowegen ist nöthig, daß wir die Grösse des Wiederstandes etwas genauer determiniren, die wir im Blasen verspüren. Anfangs ist gewiß, daß das Wasser in der Röhre und also auch die Lufft, durch deren Krafft es in die Höhe gedrucket wird, eben so starck wiederstehet, als ein Cylinder, der so weit ist wie das gantze Glaß, folgends da dieses 11 Linien weit ist, als ein Cylinder, dessen Diameter 11 Linien hat (§. 57.). Darnach ist vorhin schon erwehnet worden, daß die ausdehnende Krafft der Luft, nachdem das Wasser in die Röhre getreten ist, so groß zu achten sey als die Schweere der gantzen Lufft und ein Cylinder Wasser, der so hoch ist, als das Wasser in der Röhre stehet, nemlich im ersten Falle 22 Linien hoch. Die Schweere der gantzen Lufft gleichet einem Cylinder Wasser, der 32 Schuhe hoch ist. Und demnach ist der gantze Wiederstand, wenn das Wasser in die Röhre gehet, einem Cylinder Wasser gleich, der in unserem Falle 3222 Linien hoch, und im Diameter 11 Linien breit ist. In dem anderen Falle, da mehr Luft in dem

Warum man nur wenig Lufft in ein Glaß blasen kan.

Mathematischer Beweis.

§. 127. dem Glase war, ist eben derselbe einem Cylinder Wasser gleich, der im Diameter dem vorigen gleich, aber bey nahe 3241 $\frac{1}{2}$ Linien hoch ist. Die Grund-Fläche beyder Cylinder ist bey nahe 95 Quadrat-Linien (§. 168. Geom.), und demnach der gantze Inhalt des ersten 306090, des andern aber 307942 Cubic-Linien (§. 221. Geom.), das ist, der erste ist bey nahe 306, der andere aber 308 Cubic-Zoll. Da nun ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gran wieget (§. 7.); so ist die Schweere der ersten Wasser-Säule 151470 Gr. oder etwas über 20 $\frac{1}{6}$ Pf. der anderen hingegen 152460 Gr. oder nicht völlig 20 $\frac{1}{3}$ Pfund. Nun ist aus dem vorhergehenden klar, daß, ehe das Wasser in die Röhre tritt, wenn man zu blasen aufhöret, die ausdehnende Krafft in der eingeschlossenen Lufft über dem Wasser stärcker und also auch der Wiederstand grösser ist, als hernach, wenn das Wasser in die Röhre getreten: und demnach ist gewiß, daß, wenn man nicht weiter blasen kan, der Wiederstand so groß ist als ein Gewichte von mehr als 20 Pfunden. Wer diesen Wiederstand erweget, der wird mehr in Verwunderung gesetzet werden, daß man durch Blasen einer so grossen Krafft wiederstehen kan, als daß man nicht einen grössern zu überwinden vermögend ist. Wenn das

Wasser

§. 127. Warum man das Wasser zurücke und doch keine Lufft mehr hinein blasen kan.

Wasser in die Röhre gestiegen ist, kan man es wohl wieder aus der Röhre heraus, aber doch keine Lufft hinein blasen. Denn die ausdehnende Krafft der Lufft ist geringer, indem das Wasser in der Röhre stehet, als wenn es heraus gehet, indem dadurch der Raum im Glase für die Lufft enger, sie also dichter zusammen gedruckt und demnach stärcker wird (§. 124.). Man erkennet ohne mein Erinnern, daß auch eine andere flüßige Materie als das Wasser auf gleiche Art sich durch das Blasen muß in die Höhe treiben lassen, ob zwar die Höhe nicht einerley seyn kan, sondern nach der verschiedenen Schweere der flüßigen Materie vielmehr unterschieden seyn muß. Ich habe es auch mit Queckſilber versuchet, als der allerschweereſten flüſſigen Materie, die wir haben, und, wie ein jeder vorher siehet, guten Fortgang verspüret: allein ich halte es für unnöthig besondere Umstände hieher zu setzen, weil man die Sache leicht vor sich versuchen und auf die vorige Art und Weise überlegen kan. Wenn man ohne dem alle hierbey sich ereignende Fälle genauer untersuchen wolte; würde wohl dieses nach unserem gegenwärtigem Vorhaben zu weitläufftig fallen. Unterdessen erkennet man hieraus, daß die zusammengedruckte Lufft eine Krafft erhält flüßige Materien auch in der Lufft zu bewegen.

Wie der Versuch zu verändern.

§. 128.

§. 128.

Es wird weiter ausgeführet.

§. 128. Es ist aber auch die zusammengedruckte Lufft, welche in einem Orte eingeschlossen ist, durch ihre ausdehnende Krafft diejenige Würckungen hervor zu bringen fähig, welche die Lufft durch ihre Schweere bey den festen Cörpern zuwege bringet.

Zusammengedruckte Lufft zersprengt Gläser.

Wenn man zeigen will, daß die zusammengedruckte Lufft die gläserne Flaschen zersprenget, welche die äussere zerdrucket, indem die innere durch das Auspumpen geschwächet wird (§. 108.); so lässet man eine meßingene Hülse AC unten in B mit einer Mutter verfertigen, damit man sie auf die Lufft-Pumpe aufschrauben kan. Die Hülse ist oben in AC so weit, daß die Flasche, welche man zersprengen will, mit ihrer Mündung hinein gehet. Wenn man nun vermittelst der Lufft-Pumpe die Lufft in der Flasche ACDE, zusammen presset; so springet dieselbe mit grosser Gewalt entzwey, daß die Stücken von allen Seiten herum fliegen. Weil man dadurch leicht beschädiget werden kan; so muß man entweder ein Gegitter von starckem Drathe darüber setzen, oder die Flasche in ein grobes leinenes Tuch einwickeln.

Tab. XII. Fig. 77.

Warum die Stücken starck herum fliegen.

Man darf sich aber nicht verwundern, daß die Stücken von der Flasche, die herum fliegen, einen beschädigen können. Denn da die Lufft, welche zusammen gedrucket wird, dadurch eine sehr grosse Krafft erhält (§. 124.) und von innen heraus drucket; so werden

auch

§. 128.

auch die Stücken von einer groſſen Krafft beweget und fliegen demnach mit einer Geſchwindigkeit fort. Ein Cörper aber, der geſchwinde beweget wird, hat auch eine ſeiner Geſchwindigkeit gemäſſe Krafft und das ſpitzige und ſcharffe Glaß verwundet wegen ſeiner Figur. Man muß demnach dieſen Verſuch mit vieler Behutſamkeit anſtellen, damit man nicht Schaden nimmet. Und deswegen iſt auch gar nicht rathſam, wenn man Verſuche in zuſammengedruckter Lufft anſtellen will, die Lufft in einer gläſernen Kugel oder einem andern gläſernen Gefäſſe zuſammen zu drucken, weil dabey Gefahr iſt, daß das Glaß zerſpringet und den Zuſchauern, die acht haben wollen, was ſich in der zuſammengedruckten Lufft ereignet, in das Geſichte flieget. Man kan auch durch Zuſammenpreſſung der Luft die Glaß-Scheiben auf folgende Art zerſprengen. ABDC iſt ein Gefäſſe aus Meßing unten in E mit einer Mutter, damit man ſie auf die Lufft-Pumpe ſchrauben kan. Oben in AB iſt ein vertiefftter Rand, darauf wird die Glaß-Scheibe mit Baum-Wachſe gewöhnlicher Weiſe aufgekittet. Ueber die Scheibe wird ein naſſer lederner Ring geleget, damit die Scheibe nicht entzwey gehet, wenn man oben den Deckel AFB aufſchraubet, damit die Glaß-Scheibe nicht bloß loßgeſtoſſen wird. Der Deckel AFB hat eine Kegelförmi-

Vorſichtigkeit bey dergleichen Verſuchen.

Tab. XII. Fig. 78. Wie man Glaß-Scheiben zerſprenget.

§. 128. förmige Figur, und kan entweder gantz zu seyn, oder doch in F nur eine kleine Eröffnung haben, damit die Stücken Glaß, die sonst herum springen, keinen Schaden thun, im letzten Falle aber doch auch einige heraus springen können, damit man siehet, mit was für Gewalt sie zerspringen. Man könnte auch oben die Eröffnung weit lassen und, damit man die Scheibe unter sich gegen den Boden des Gemaches wenden kan, in E die Röhre GH anschrauben, mit dem andern Ende G aber diese Röhre nebst dem Instrumente auf die Lufft-Pumpe schrauben. Allein es ist nicht nöthig, daß man dergleichen Versuche erst anstellet, weil man alles, was sich ereignet, vermöge des vorhergehenden leicht vorher sehen kan. Hauksbee (a) hat zwey halbe Kugeln, dergleichen wir oben (§. 115.) beschrieben, voll Lufft gelassen und in zusammengedruckte Lufft hinein gebracht. Sie hielten im Diameter $3\frac{1}{2}$ Englischen Zoll und er hat 140 Pfund nöthig gehabt sie von einander zu bringen, als er die Lufft zweymahl so dichte, wie sie von Natur war, zusammen gedruckt und also in die Helffte des vorigen Raumes gebracht hatte. Als er die Lufft aus ihnen herausgepumpet, hat er in der freyen Lufft eben dieses Gewichte gebraucht

Wie Halb-Kugeln von zusammengedruckter Lufft an einander gedruckt werden.

(a) Physico-Mechanical Experiments sect. 3. p. 88. & seqq.

braucht sie von einander zu reiſſen. Und dieſes iſt denen Gründen, die wir vorhin befeſtiget haben, gemäß. §. 128.

Die Lufft im halben Raume iſt zweymahl ſo ſtarck als die im einfachen und vermag demnach ſo viel, wenn ihr die Lufft, wie ſie um uns iſt, wiederſtehet, als eben dieſe Lufft, wo ſie in einem leeren Raume keinen Wiederſtand findet (§. 124.). Derowegen muß die durch Zuſammendruckung in halben Raum gezwungene Lufft die halben Kugeln, wenn ordentliche Lufft darinnen iſt, eben ſo zuſammen drucken, wie ordentlich die Lufft ſie zuſammen drucket, wenn ſie leer ſind. Hingegen wenn die leeren in die zuſammengedruckte Lufft ſolten gebracht werden, müſte man in gegenwärtigem Falle zweymahl ſo viel Gewichte haben ſie von einander zu bringen, als man in der freyen Lufft gebrauchet. Hauksbee hat es verſuchet und in der That ſo befunden: denn er hat nicht anders als mit 280 Pfunden ſie von einander bringen können. Beweis deſſen, was der Verſuch zeiget.

Da man alles, was ſich in dieſem Verſuche ereignet, aus dem vorhergehenden ohne einige Schwierigkeit heraus bringen kan, und gleichwohl ihn anzuſtellen viele beſondere Zurüſtungen erfordert werden; ſo habe ich auch meines Ortes nicht nöthig erachtet ihn zu wiederhohlen. Unterdeſſen weil vielleicht einer und der andere wiſſen möchte, wie es möglich geweſen Warum ihn der Autor nicht wiederhohlet.

§. 128. die halben Kugeln in zusammengedruckter Luft durch so ein grosses Gewichte von 140, ja gar 280 Pfunden von einander zu bringen, und die hierbey gebrauchten Kunst-Griffe auch in andern Fällen dienlich seyn, wenigstens ein Licht zu ähnlichen Erfindungen geben können: so achte ich es nicht für undienlich alles etwas umständlicher zu beschreiben. Man nimmet ein sehr dickes Glaß ABCD, das oben und unten offen ist. Die Weite und Höhe richtet sich nach der Grösse der halben Kugeln, die man darinnen aufhängen will. Unten ist ein Boden von Meßing CD angekittet, der in der Mitten eine niedrige Röhre EF hat, in deren Boden ein etwas kleineres Loch, als sie weit ist, damit man den Stiel HIK, der an die untere Kugel-Helffte H angeschraubet, durchstecken kan. Weil man nun aber auf das sorgfältigste verhüten muß, daß darzwischen keine Luft, wenn sie noch so starck drucket, durchkommen kan: so werden in die Röhre EF lederne Scheiben geleget, die sie genau erfüllen. Diese werden in der Mitten mit einem runden Eisen ab gewöhnlicher massen ausgehackt, damit sie ein grosses Loch bekommen, als erfordert wird, daß der Stiel von der unteren Kugel-Helffte HIK gedrange durchgehet, zu welchem Ende sie auch vorher ins Wasser geweichet und nach diesem mit einer Schrau-

Tab. XIII Fig. 79. Umständlichere Beschreibung desselben.

be

§. 128.

be LM, die mitten hohl ist und sich in die Röhre EF einschrauben lässet, zusammengepresset werden. Oben in AB ist das Glaß mit einem meßingenen Halse eingefasset, der eine gantz weite Eröffnung hat, damit man die Kugel-Helfften GH darein bringen kan, zwischen welche man in aa einen nassen ledernen Ring leget, damit man sie fest an einander drucken und daselbst keine Lufft von aussen hinein kommen kan. Der meßingene Halß des Glases hat eine Schraube, darauf man den Deckel CD der eben so wie der Boden beschaffen ist, anschraubet. Durch das Leder, welches in der kleinen Röhre EF im Deckel zusammen gepresset ist, wie bey dem Boden vorhin ausführlicher berichtet worden, gehet die Röhre PQ, welche in Q einen Hahn hat, damit man sie verschliessen kan und die im Glase ABCD zusammengepreßte Lufft darinnen bleiben muß; in S ein kleines Loch, dadurch die Lufft in das Gefässe hinein gepresset wird; in P endlich eine Schraube, damit sie an den Stiel NO der oberen Kugel-Helffte N in O angeschraubet wird. Dieses Glaß wird mit allem Zugehöre vermittelst der Mutter in T auf die Lufft-Pumpe geschraubet, und dadurch die Lufft im Glase ABCD zusammen gedrucket. Oder man kan auch in T eine Spritze anschrauben und durch ihre Hülffe die Lufft im Glase

§. 128. zusammen drucken. Will man wissen, wie viel die Lufft zusammengepresset worden; so darf man nur eine oben zugeschmeltzte schief oder horizontal liegende Röhre mit dem eröffneten Ende in Queckſilber stecken, wie cd anweiſet, so unten auf den Boden im Glase gesetzet wird: denn weil die Lufft hierinnen eben so starck zusammengedrucket wird, wie im Glase, weil das Queckſilber durch seine Schweere der ausdehnenden Krafft im Glase keinen Wiederstand giebet; so kan man daraus allerdings erkennen, wie viel die Lufft im Glase zusammen gedrucket worden. Nachdem die Lufft so viel zusammengepresset worden, als man verlanget, wird oben in T der Rincken V eingeschrauhet und das Glaß mit allem Zugehöre in dem höltzernen Gestelle efhg, wie die Figur ausweiſet, befestiget. Endlich wird alles zugleich mit diesem Gestelle in dem Rincken V an den Hacken des dreybeinigen Gestelles ikkk aufgehänget, das Gestelle efhg auf einen festen Grund gesetzet und in den Rincken K die Wage-Schaale mit den nöthigen Gewichten angehangen. Das Gestelle ist eben so, wie das obere, welches wir die Halb-Kugeln in freyer Lufft von einander zu reiſſen gebrauchen (§. 116.). Weil Hauksbee in seiner Beschreibung sehr kurtz ist; so habe ich alles so beschreiben wollen, wie man es kan machen lassen, wenn man diesen Versuch

Warum der Autor alles Zugehöre umständlich beschrieben.

§. 128.

ſuch anſtellen wolte und bin wenig beſorget geweſen, ob ich eines und das andere, welches er nicht ausführlich beſchrieben, worauf doch aber gleichwohl ſehr viel ankommet, anders als er angegeben. Hierunter iſt hauptſächlich dasjenige zu rechnen, was ich vorgeſchrieben, wie man den Stiel der unteren Kugel-Helffte durch den Boden und die Röhre an der oberen durch den Deckel bringen ſoll, damit darzwiſchen keine Lufft aus dem Glaſe heraus kommen kan. Der Vorſchlag, den ich thue, iſt von mir bey anderer Gelegenheit, davon unten an ſeinem Orte ein mehreres melden will, durch eigene Erfahrung gut befunden worden.

Ob eine Blaſe ſich durch das Zuſammenpreſſen der Lufft zerſprengen läſſet.

§. 129. Ich habe auch verſucht, ob ich durch Zuſammenpreſſung der Lufft eine Blaſe zerſprengen könnte. Zu dem Ende habe ich eine feuchte Ochſen-Blaſe auf die Röhre der Lufft-Pumpe gebunden, wo der Teller angeſchraubet wird, und zwar mit einem Bindfaden ſo feſte angezogen, als mir möglich geweſen, auch darauf geſehen, daß der Bindfaden in die Gewinde der Schraube paſſete, und darein die Blaſe druckete, damit ſie nicht durch die Gewalt der zuſammengedruckten Lufft möchte loßgeriſſen werden. So bald dieſes geſchehen, habe ich durch die Lufft-Pumpe Lufft hinein gepreſſet, da anfangs die Blaſe von einan-

§. 129. der gegangen, als wenn sie aufgeblasen würde, nach diesem so harte worden, daß man keine Grube hinein drucken können. Allein so viel mir möglich ist, habe ich es nicht bis dahin bringen können, daß die Blase zersprungen wäre, ob ich gleich diesen Versuch mehr als einmahl zu verschiedenen Zeiten, wie alle andere, wiederhohlet. Unterweilen hat sich wohl die Blase zwischen dem Bindfaden und der Schraube, wo sie feste angebunden gewesen, durchgezogen und ist von der Lufft-Pumpe abgesprungen. Ich habe auch die durch zusammengepreßte Lufft ausgedehnete Blase etliche Stunden stehen lassen, aber nicht verspüret, daß einige Lufft heraus gegangen wäre. Hieraus erkennet man von neuem, was schon oben (§. 121.) angemercket worden, daß eine Blase sehr starck ist und die Häute, daraus sie bestehet, sich gar sehr ausdehnen lassen, ehe sie zerreissen. Darnach lernet man auch hieraus, daß die Lufft durch die Blase nicht durchgehet und solchergestalt die Lufft in einem Gefässe, welches mit Blase fest verwahret ist, an den Veränderungen der äusseren, die absonderlich durch ihre Schweere geschehen, keinen Antheil nimmet, indem keine Lufft aus demselben Gefässe weder heraus, noch hinein kan. Damit ich dessen desto mehr versichert seyn möchte, so habe ich die Blase auch umgekehret, so daß die Seite heraus kam, die anfangs inwendig

Häute der Blase sind sehr starck.

Lufft gehet nicht durch die Blase.

§. 129.

wendig war, hingegen die äuſſere inwendig gekehret wurde. Dieſe ſo umgekehrte Blaſe habe ich von neuem wie vorhin auf die Lufft-Pumpe gebunden, die Lufft mit aller Gewalt hinein gepreſſet und ſie nach dieſem einige Stunden ſtehen laſſen. Es iſt aber ſo wenig etwas Lufft heraus gegangen, als vorhin, und dadurch zur Gnüge beſtetiget worden, daß die Luft von keiner Seite durch die Blaſe durchkommen kan. Ob ſolches könne zuwege gebracht werden, wenn man die Lufft durch eine gröſſere Krafft hinein preſſete, ſtehet noch zu erfahren.

Wie die Schweere der Lufft zu erweiſen und beſondere Umſtände von der zuſammengedruckten Lufft.

§. 130. Dadurch, daß ſich die Lufft zuſammen drucken läſſet, kan man auch ihre Schweere erweiſen, und dieſen Weg iſt Galilæus (a) gegangen, der die Schweere der Lufft zuerſt entdecket hat. Man nimmet nemlich eine ſtarcke gläſerne oder (weil dieſes unterweilen (§. 128.), wenn man nicht genung verſichert iſt, daß das Glaß überall gleich dicke iſt, ſonderlich wenn die Kugel groß iſt, Gefahr bringen kan) eine küpfferne Kugel und drücket darinnen die Lufft zuſammen (§. 122.). Weil nun alsdenn mehr Lufft in der Kugel iſt, als vorher darinnen war; ſo muß ſie auch ſchweerer wiegen. Galilæus hatte zwar zu ſeiner Zeit noch keine Lufft-Pumpe, indem ſie erſt hernach durch

(a) Dialog. I. de motu. p. m. 71.

§. 130. Gvericken erfunden ward (§. 63.); er brachte es aber auch durch eine blosse Spritze zu Stande, die eine Schraube hatte, damit man sie an die Kugel ab- und anschrauben konnte: welches auch Hauksbee nach Erfindung der Lufft-Pumpe nachgethan, als er die Kugel-Helfften durch zusammengepreßte Lufft zusammendrucken wolte (§. 128.). Denn daß sich die Lufft zusammendrucken lässet, war eine Sache, die längst vor ihrer Schweere bekandt war. In seiner Kugel machte er ein ledernes Ventil, welches ihm die Wasser-Künste an die Hand gaben, damit die Lufft nicht wieder zurücke konnte. Allein ein Hahn ist dazu bequemer. Ich habe es mit der grossen küpffernen Kugel versucht, dadurch ich oben (§. 86.) die Schweere der Lufft abgewogen. Ich habe diese Kugel anfangs auf der Wage mit Gewichten in einen gantz genauen wagerechten Stand gesetzet und, nachdem ich die Kugel weggenommen, die Wage-Schaale mit dem Gewichte unterdessen halten lassen, daß sie nicht niedersincken konnte. Nach diesem habe ich sie auf die Lufft-Pumpe geschraubet und durch ihre Hülffe die Lufft zusammen gedrucket, so viel ich bequemlich thun konnte. So bald dieses geschehen, habe ich den Hahn an der Kugel verschlossen, die Kugel wieder abgeschraubet und an die Wage gehangen, auch von der andern Seite die Wage-

Wage-Schaale mit den Gewichten frey gelaſſen. §. 130.
Alsdenn iſt die Kugel niedergeſtiegen und hat von der Seite die Wage einen groſſen Ausſchlag gegeben: weil es aber jetzt nicht mein Vorhaben war die Gröſſe der Schweere der Lufft genau zu bemercken, als welches ſchon oben geſchehen (§. cit.); ſo habe auch die Gröſſe des Ausſchlages nicht angemercket, noch die Wage durch Vermehrung des Gewichtes auf der Schaale wieder in einen wagerechten Stand geſetzet. Wenn die Kugel, darinnen die Lufft zuſammen gedrucket wird, nicht groß iſt, ſo wird der Ausſchlag durch Hülffe der Schnell-Wage mercklicher gemacht (§. 117.). Nachdem ich den Hahn eröffnet, iſt die Lufft durch die Eröffnung mit einem Geräuſche heraus gefahren und, ſo bald dieſes völlig aufgehöret, war die Wage wieder im wagerechten Stande, wie vorher, da noch keine Lufft hinein gepreſſet worden war. Weil die Kugel einen Ausſchlag giebet, nachdem die Lufft darinnen zuſammengedrucket worden, da ſie vorher mit den Gewichten inne ſtund; ſo muß ſie ſchweerer ſeyn, wenn ſie mit zuſammengedruckter Lufft erfüllet, als wenn nur natürliche Lufft darinnen iſt. Je mehr die Lufft in einer Kugel zuſammengedrucket wird, je mehr iſt Lufft darinnen. Es wieget demnach die Kugel ſchweerer, wenn viel Lufft darinnen iſt, als

Erklärung des Verſuches.

§. 130. wenn sie mit wenigerer erfüllet. Wer wolte demnach hieraus nicht erkennen, daß die Lufft schweer sey? Wiederum wenn man den Hahn aufmachet, fähret Lufft heraus. Denn weil durch die Zusammendruckung ihre ausdehnende Krafft verstärcket worden (§. 123.); so drucket auch die Lufft in der Kugel durch den Hahn stärcker heraus, als ihr die äussere wiederstehet. Und daher muß die äussere weichen. Weil nun aber die Kugel, wenn keine Lufft weiter heraus gehet, in ihren vorigen wagerechten Stand gesetzet wird; so erkennet man auch daraus, daß sie nun wieder so schweer wieget, als wie vorhin und also, da die hinein gepreßte Lufft ihr Gewichte vermehret hatte, die Lufft wieder alle heraus gefahren, welche man mit Gewalt hinein gedruckt hatte, wenigstens kein mercklicher Theil davon zurücke geblieben sey. Will man dessen um so vielmehr versichert seyn, so darf man nur eine grosse Kugel, dergleichen meine ist, dazu brauchen, noch einmahl so viel Lufft hinein pressen als schon darinnen ist und sie an den langen Arm der Schnell-Wage hängen. Da die Lufft auf der gewöhnlichen Wage 704 Gr. wieget (§. 86.); so muß sie auf einer Schnell-Wage, wie ich habe, 9856, das ist, bey nahe 10000 Gr. wiegen (§. 117.). Derowegen wenn auch nur 4 Gr. (welches weniger ist als der zwey tau-

Daß die Lufft sich wieder so viel ausbreitet, als sie zusammengedruckt worden.

§. 130.

tauſende Theil) zurücke blieben; ſo würde man dieſen Abgang ſchon ſpüren können. Da nun die Kugel wieder ihr völliges Gewichte erhält; ſo iſt auch klar, daß die Lufft, indem ſie zuſammengedrucket wird, ihre ausdehnende Krafft unverſehret erhält. Man weiß, daß aus Stahl zubereitete Sachen unterweilen etwas davon verlieren, wenn ſie zu ſtarck gedruckt, oder auch lange gedruckt gehalten werden. Und demnach könnte man auch dieſes bey der Lufft noch alles genauer unterſuchen: welches aber vor dieſes mahl nicht geſchehen kan. Unterdeſſen erinnere ich nur noch dieſes, daß es möglich ſey auch wenn alle Lufft, die man hinein gepreſſet, wieder heraus fähret, daß die Kugel etwas ſchweerer wird, als ſie vorher war, ehe man die Lufft darinnen zuſammen druckte. Nemlich die Lufft, welche man hinein preſſet, kan aus der Lufft-Pumpe einige Dünſte mit ſich in die Kugel führen, entweder wenn Waſſer in die Röhren kommen, wo die Lufft durch muß, oder auch von dem Baum-Oele, damit der Stempel eingeſchmieret worden. Wenn nun dieſe Dünſte entweder an die innere Fläche der Kugel ſich anhängen, oder in der Lufft, die in der Kugel verbleibet, zurücke bleiben; ſo kan dadurch das Gewichte um ein weniges vermehret werden. Es läſſet ſich auch dieſes aus dem vorhergehenden erklären, daß alle Lufft, die

Wie dieſes genauer zu unterſuchen.

Erinnerung.

man

§. 130. man in die Kugel hinein gepresset, wieder heraus fahren muß, indem man den Hahn eröffnet. Denn wir wollen setzen, es sey noch einmahl soviel Lufft hinein gepresset worden, als anfangs darinnen war. Weil nun in diesem Falle die ausdehnende Krafft zweymahl so starck ist als sie vorher war und als der äusseren ist, welche die Kugel umgiebet (§. 124.); so wird auch dieselbe nicht eher der Krafft der äusseren gleich, bis sie um die Helffte vergeringert worden (§. 125.). Soll nun dieses geschehen, so muß die Helffte derjenigen Lufft, die sich darinnen befindet, herausgehen und demnach eben soviel, als hinein gegangen war. Man siehet hieraus, daß auch schon daraus, daß die ausdehnende Krafft in der Proportion zunimmet, in welcher der Raum, darein man sie presset, abnimmet, erfolget, die ausdehnende Krafft der Lufft werde durch das Zusammendrucken nicht im geringsten verkehret. Wir können demnach den Versuchen desto mehr trauen, wenn sie eben dasjenige heraus bringen, was durch tüchtige Gründe erwiesen wird, oder sich erweisen lässet.

Beweis aus vorhergehenden Gründen.

Wie man das Wasser aus der Lufft-Pumpe bringet.

§. 131. Die Zusammendruckung der Lufft können wir auch als ein Mittel gebrauchen, dadurch wir die Lufft-Pumpe von dem Wasser reinigen, wenn etwas weniges hinein gelauffen: denn eine grosse Menge

lässet

§. 134

läſſet ſich mit dem Stempel heraus ſtoſſen. Ich laſſe durch den eröffneten Hahn Lufft in das Rohr der Lufft-Pumpe, indem ich den Stempel heraus winde. Nachdem ich den Hahn oben verſtopffet und damit die Lufft-Pumpe gehöriger Weiſe (§. 75.) verſchloſſen habe; winde ich mit Gewalt den Stempel hinein, damit die Lufft, ſo viel möglich, zuſammen gepreſſet wird und halte ihn durch die Winde ab, daß ſie ihn nicht wieder heraus ſtoſſen kan, wenn ich zu winden aufhöre (§. 123.). So bald ich den Hahn dergeſtalt herum wende, daß die Lufft-Pumpe gegen die Röhre offen iſt (§. 75.), breitet ſich die zuſammengedruckte Lufft durch die ausdehnende Krafft aus (§. 123.), fähret durch die Eröffnung der Röhre, wo die Gefäſſe und der Teller angeſchraubet werden, heraus, und führet das Waſſer mit ſich in Geſtalt grober Dünſte, auch wohl Baum-Oele, ſo ſich hin und wieder verhalten und gantz grüne und dicke worden, heraus. Es geſchiehet aber ſolches mit einer nicht geringen Gewalt, indem nicht allein die Dünſte hin und wieder durch die Lufft herum fliegen, ſondern auch in einem Zimmer, das 16 Schuhe hoch iſt, bis an die Decke ſpritzen, unerachtet die Eröffnung der Röhre nicht 4 Schuhe über den Boden des Gemaches erhoben iſt. Wenn man dieſes einige mahl wiederhohlet, ſo kan man die Lufft-

Pumpe

§. 131. Pumpe inwendig gantz rein bekommen. Ist viel Wasser in der Röhre, wo die Lufft durch muß; so dringet sie durch dasselbe durch und lässet den grösten Theil zurücke. Und demnach ist nöthig, es so lange zu wiederhohlen, bis die Lufft ohne Dünste heraus spritzet.

Ob man die Lufft durch aufgeblasene Blasen abwägen könne.

§. 132. Es haben einige, unter welchen sich auch **Sturm** (a) befindet, die Schweere der Lufft durch aufgeblasene Blasen abgewogen. Sie haben nemlich einige Schweins-Blasen starck aufgeblasen und, nachdem sie sie feste zugebunden, daß keine Lufft wieder heraus kommen können, an eine Wage gehangen, auch mit einem Gewichte in einen wagerechten Stand gesetzet. Nach diesem haben sie die Blasen wieder aufgebunden, die Lufft heraus gedruckt und von neuem abgewogen: da sie gefunden, daß ihr Gewichte sich um etwas weniges vergeringert. Ricciolus (b) hat den Versuch mit einer Ochsen-Blase gethan, die aufgeblasen 2 Gran mehr gewogen, als ehe sie aufgeblasen war. Jacobus Bernoulli hat (c) diese Manier die Lufft abzuwägen

Bernoulli Gedancken davon.

ver-

(a) in Colleg. Curios. Tentam. 3. §. 15. p. 17.

(b) in Almagesto Novo lib. 2. c. 5. §. 4. p. 55.

(c) in Actis Eruditorum A. 1685. p. 436. 437.

§. 132.

verworffen und behauptet, daß eine aufgeblaſene Blaſe nicht mehr wiege, als eine leere und zuſammengedruckte. Und unerachtet er ſelbſt befand, daß die leere Blaſe weniger wog, als die aufgeblaſene; ſo meinete er doch, der Unterſcheid käme bloß daher, daß ſich etwas Fett von der Blaſe im Ausdrucken abgerieben; wie er denn auch gefunden, daß, als er die Luft in einer gläſernen Kugel von einerley Gröſſe mit der Blaſe abgewogen, dieſelbe 14 bis 16 Gran gewogen, und die Blaſe, nachdem er ſie durch einen Blaſebalg von neuem aufgeblaſen, damit keine Feuchtigkeit aus dem Munde hinein käme, gar einen Gran weniger gewogen, als wie ſie unaufgeblaſen war. Es iſt wahr, daß ein leeres Glaß, wenn man etwas ſchweeres hinein geleget, z. E. kleinen Bley-Hagel, oder ein wenig Queckſilber hinein gegoſſen, damit es unterſincket, im Waſſer nicht weniger wieget, als wenn das Waſſer hinein gelaſſen wird, wovon der Beweis in der Hydroſtatick (§. 24. Hydroſt.) gegeben wird und unten ein mehreres durch Verſuche ausgemacht werden ſoll. Eine Blaſe aber mit Luft aufgeblaſen verhält ſich in der Lufft wie eine gläſerne Kugel mit Waſſer erfüllet im Waſſer. Und demnach hat es das Anſehen, als wenn auch eine aufgeblaſene Blaſe in der Lufft nicht mehr wiegen könnte als eine leere. Allein es iſt ein Unter-

Was die Schwierigkeit für Gründe hat.

Sie wird gehoben.

§. 132. terscheid zwischen der Lufft und zwischen dem Wasser. Die Lufft lässet sich zusammen drucken (§. 123.) und die Blase sich ausdehnen, ohne daß sie zerspringet (§. 129.). Derowegen wenn die Lufft in der Blase zusammen gedrucket und also leichter ist als die äussere, so ist auch in dem Raume, den die Blase einnimmet, mehr Lufft als in eben einem solchen Raume von natürlicher Lufft anzutreffen. Und demnach wieget zwar nicht alle Lufft, jedoch der Ueberschuß, um welchen die zusammengedruckte Lufft, der natürlichen überlegen ist. Ich habe eine Ochsen-Blase auf die Lufft-Pumpe gebunden, darinnen die Lufft wie oben gemeldet (§. 129.), zusammen gedruckt und, nachdem ich sie feste verbunden, an eine Wage gehangen. So bald sie durch Gewichte in einen genauen wagerechten Stand gesetzet worden; habe ich mit einem scharffen Messer einen grossen Riß hinein gemacht, daß die Lufft heraus gegangen und die Blase zusammen gefallen. Alsdenn hat sie 4 Gr. weniger als vorhin gewogen und einen kleinen Ausschlag gegeben. Derowegen achte zwar diesen Versuch gut genung dazu, daß man in Ermangelung anderer Instrumente einem zeigen kan, die Lufft sey schweer: hingegen aber keinesweges ist er hinlänglich die Art der Schweere zu determiniren, wie Ricciolus und Boyle gethan.

Versuch des Autoris.

Wozu derselbe dienet.

than. Denn wenn man den Unterscheid der Schweere zwischen der aufgeblasenen und leeren Blase für die Schweere der gantzen Lufft annehmen will, wie Ricciolus und Boyle gethan, so kommet die Lufft zu leichte heraus: wie denn Ricciolus sie zehen tausend, Boyle sieben tausend fünfhundert mahl leichter machet als das Wasser, da sie doch bey weitem noch nicht ein tausend mahl so schweer ist als das Wasser (§. 86.): wolte man aber dieses Gewichte, wie sichs gebühret, bloß auf diejenige Lufft deuten, die mehr in der Blase ist, als in einem gleich grossen Raume, die von natürlicher Lufft erfüllet; so hätte man kein Mittel übrig die Menge der Lufft, auf die man zu sehen hat, zu bestimmen. Unterdessen bleibet in einem Falle noch wahr, was Bernoulli behauptet, nehmlich daß eine aufgeblasene Blase nicht mehr wieget als eine leere, wenn man nehmlich die Lufft, welche in der Blase zusammen gedrucket worden, sich erst ausbreiten lässet, daß sie eben so dichte wird, wie die äussere, ehe man sie feste zubindet. Vielleicht wird es einige wundern, wie es möglich ist, daß die Lufft aus der Blase heraus fähret und sie hin und wieder einfället, wenn man hinein sticht. Ein Gefässe mit Wasser mag im Wasser eröffnet werden, wie man will, so wird doch kein Wasser heraus lauffen. Und demnach sol-

§. 132.

Warum man dadurch die Art der Schweere der Lufft nicht determiniren kan.

Wenn Bernoulli recht hat.

Warum die Lufft aus der Blase fähret, wenn man sie zersticht.

§. 132. te man vermeinen, es könnte auch in der Lufft keine Lufft aus der Blaſe heraus kommen, folgends die Blaſe nicht einfallen, wenn man ſie eröffnet, oder hinein ſticht. Allein man hat hier wohl zu erwegen, daß es mit der Blaſe eine gantz andere Beſchaffenheit hat als mit andern Gefäſſen. Die Blaſe wird durch die Lufft, welche man hinein bläſet, aufgeblaſen und dadurch ſehr ausgedehnet (§. 129.). Was ausgedehnet worden, kreucht wieder ein oder ziehet ſich zuſammen, ſo bald es nicht mehr gedehnet wird, und hat demnach auch eine Krafft, wodurch es derjenigen wiederſtehet, dadurch es ausgedehnet wird. Eine Blaſe wird von auſſen gedruckt von der Schweere der äuſſeren Lufft; inwendig ausgedehnet von der ausdehnenden Krafft der eingeſchloſſenen Lufft. Die Blaſe aber auch ſelbſt drucket die innere eingeſchloſſene Lufft durch ihre Krafft, wodurch ſie der Ausſpannung wiederſtehet. Weil nun die innere Lufft ſtärcker gedrucket wird, als ſie wiederſtehen kan, indem ihre ausdehnende Krafft bloß der Schweere der äuſſeren gleich iſt (§. 31. Aerom.): ſo iſt kein Wunder, daß ſie auch weichen, und die Blaſe hingegen einfallen muß, auch wenn die innere Lufft nicht dichter zuſammen gedruckt iſt als die äuſſere.

§. 133.

§. 133. Die Lufft wird durch die Wärme ausgebreitet und ihre ausdehnende Krafft gestärcket, durch die Kälte aber zusammen gezogen und ihre Krafft geschwächet.

§. 133. Ich habe zu verschiedenen mahlen Lamms- Schöpsen- und Schweine-Blasen genommen, ein wenig Lufft hinein geblasen, daß sie oben noch gantz zusammen gefallen gewesen und oben feste zugebunden, damit keine Lufft heraus konnte: zu welchem Ende ich auch die Blasen vorher eingeweichet, daß sie erweichet worden und sich feste genung binden lassen. Diese Blasen habe ich über ein Kohlfeuer gehalten und, damit sie nicht verbrennen möchten, stets gewendet. So bald sie ein wenig warm worden, hat man verspüret, daß sie weiter aufgeblasen worden, nicht anders als wenn die äussere Lufft weggepumpet wird (§. 81.). Ja sie sind endlich so ausgespannet worden, daß sie harte wie ein Stein waren und sich nicht mehr eindrucken liessen. Oeffters ist es auch geschehen, daß sie mit einem Krachen zersprungen. Unterweilen aber ist es mir zu lang worden dieses zu erwarten, daher ich sie unbeschädiget weggeleget und wahrgenommen, daß, so bald sie von dem Kohlfeuer wegkommen, sie wieder einfallen, hingegen auch bald wieder aufgeblasen werden, wenn man sie von neuem darüber hält, und zwar noch geschwinder als im Anfange. Boyle (a) hat gleichfalls erfahren, wie die

(a) in Nov. Experim. de vi aëris elastica Exper. 5. p. m. 21.

§. 133. Blase bey dem Feuer mit solchem Krachen zerspringet, daß die herumstehenden davon auf eine kurtze Zeit gantz ertäubet werden, ob sie gleich nur mittelmäßig aufgeblasen wird. Da in der Blase nichts anzutreffen ist, als die wenige Lufft, welche man darinnen verschlossen; so begreifft ein jeder, daß auch nichts als diese Lufft die Blase aufblasen kan. Und wer daran zweiffeln wolte, der darf nur ein Löchlein mit einer starcken Nadel in die Blase stechen; so wird er wahrnehmen, daß die Lufft daselbst heraus fähret, indem die Blase sich beginnet von einander zu geben. Und wenn er nach diesem sie gar wieder von dem Feuer wegnimmet; wird er es gar klärlich sehen, daß die Blase mehr zusammen fället, als sie anfangs zusammen gefallen war, ehe sie über das Feuer gehalten ward, welches in dem Falle nicht geschiehet, da sie gar keine Eröffnung hat, wo Lufft heraus kommen kan. Hieraus aber kan man gar deutlich mercken, daß die Lufft in der Blase abgenommen und durch die Wärme aus ihr heraus getrieben worden. Weil nun die Lufft, indem sie erwärmet wird, die Blase ausdehnet, nicht anders als wenn mehrere Lufft hinein geblasen würde; so muß sie durch die Wärme weiter ausgebreitet werden. Und demnach ist klar, daß die Lufft von der Wärme durch einen grössern Raum ausgebreitet und dünner

Wie der Versuch dieses bestetiget.

§. 133.

ner gemacht wird. Hingegen da die Blaſe wieder zuſammen fället, wenn ſie von dem Feuer weggenommen wird; ſo muß auch die Lufft ſich wieder in einen engeren Raum zuſammen ziehen, indem ſie wieder kalt wird. Und demnach iſt nicht weniger klar, daß die Lufft von der Kälte in einen engeren Raum gebracht und dichter gemacht wird. Weil aber auch die durch die Wärme ausgebreitete Lufft ſich nicht ſo leichte zuſammen drucken läſſet als die kalte, und demnach einer gröſſeren Krafft wiederſtehet, als die kältere; die Lufft aber überhaupt der Zuſammendruckung durch ihre ausdehnende Krafft wiederſtehet (§. 123.): ſo muß auch durch die Wärme die ausdehnende Krafft der Lufft verſtärcket, folgends durch die Kälte vergeringert werden. Und zwar da ich durch ſtarcke Zuſammen-Preſſung der Lufft nicht erhalten können, daß die Blaſe zerſprungen (§. 129.), wodurch aber gleichwohl die ausdehnende Krafft gar ſehr vermehret wird (§. 124.); hingegen die erwärmete Lufft dergleichen zu thun vermögend geweſen, wie ich erſt jetzt angemercket: ſo erkennet man auch hieraus, daß die ausdehnende Krafft der Lufft durch die Wärme gar ſehr verſtärcket wird. Und hieraus ſiehet man, daß, wenn eine Lufft warm, die andere hingegen kalt iſt, ſie nicht durch einerley Gewichte gleich viel ſich zuſammen drucken laſſen; ſondern

§. 134. dern vielmehr die wärmere weniger zusammen gedrucket wird, als die kältere.

Lufft wird von Wärme und Kälte schnelle geändert.

§. 134. Damit ich nun aber ferner zeigen möchte, daß die Lufft von der Wärme und Kälte sehr schnelle verändert werde, so habe ich es auf folgende Weise angegriffen. Ich habe eine gläserne Kugel AB, die im Diameter 137 Scrupel weit war, und eine gläserne Röhre BC 426 Scr. lang und 9 Scr. weit hatte, genommen und in ein Glaß mit Wasser DE die unterste Eröffnung der Röhre gesetzet. Damit die Lufft in dem Glase keine Veränderung litte, ehe ich die Eröffnung der Röhre ins Wasser brachte, habe ich die Röhre gantz unten nur mit ein paar Fingern gefasset und sie ins Wasser gestecket. So bald aber dieses geschehen, habe ich die Kugel in die Hand genommen. und als ich sie kaum angerühret hatte, giengen unten aus der Röhre Blasen, anfangs sehr geschwinde hinter einander, nach diesem aber immer längsamer. Ja zuletzt wolten sich die Blasen gar nicht absondern, wenn ich nicht die Eröffnung der Röhre C bis an die obere Fläche des Wassers gantz nahe herauf zog. Es giengen aber insgesammt 27 Blasen heraus. Als keine Lufft mehr heraus wolte, that ich die Hand wieder von der Kugel AB weg und fassete die Röhre BC abermahls unweit der Eröffnung C nur mit ein paar Fingern, jedoch dergestalt

Tab. VIII. Fig. 56. Beschreibung des Versuches.

§. 134.

ſtalt daß die Eröffnung C unter dem Waſſer blieb. Kaum hatte ich die Hand hinweg gethan, ſo ſtieg das Waſſer in der Röhre in die Höhe, jedoch nicht in einem ſchnellen Schuſſe auf einmahl, ſondern kam nach und nach immer höher, ſo daß es endlich bis in die Kugel gieng. Jedoch war es nur etwas weniges, was in die Kugel geſtiegen war. Denn als ich die Hand daran legte, daß nur drey Tropffen heraus giengen; war es ſchon mercklich in der Röhre herunter gefallen und wolte nach dieſem nicht wieder bis in die Röhre hinein ſteigen, ſondern blieb 16 Scrupel unter der Kugel ſtehen, bis es endlich nach einer langen Weile bis an die Kugel herauf ſtieg. Als ich den Finger auf die untere Eröffnung C legete und die Kugel umwendete, ſo daß jene oben und dieſe unten kam, nach dieſem den Finger ein wenig in die Höhe hub, daß die äuſſere Lufft dazu kommen könnte; fiel das Waſſer aus der Röhre zum Theil in die Kugel und blieb nur noch die halbe Röhre erfüllet. Jedoch weil die Röhre an der Kugel etwas weiter war als oben an der Eröffnung C; ſo war nicht völlig das halbe Waſſer hinein gelauffen. Als ich die Kugel umwendete, daß die Eröffnung C wieder unten zu ſtehen kam, und ſie oben mit der Hand faſſete, ſo gieng das Waſſer Tropffenweiſe heraus, und worden der Tropffen

§. 134. bis 22 gezehlet, jedoch waren sie ziemlich groß. Sie fielen anfangs sehr geschwinde heraus, nach diesem aber etwas längsamer, sonderlich die beyden letzten. Daß die Blasen, welche heraus fahren, wenn man die Kugel AB mit der Hand fasset, nichts anders als Lufft sind, ist aus dem vorhergehenden abzunehmen. Denn so bald die warme Hand die gläserne Kugel berühret, wird die Lufft in ihr weiter ausgebreitet und gehet demnach aus der Kugel durch die Röhre heraus (§. 133.). Weil nun aber die Lufft in dem Augenblicke heraus fähret, indem die Hand die Kugel berühret; so erkennet man zur Gnüge, daß die Lufft die Wärme bald annimmet und dadurch sehr schnelle geändert wird. Da die Blasen anfangs geschwinde nach einander, nach diesem aber langsam auf einander gefolget; so muß anfangs die Lufft sich mehr, als hernach ausgebreitet haben. Und dannenhero wiederstehet die Lufft der Wärme immer mehr, je mehr sie von ihr ausgebreitet worden. Man erkennet auch aus den Umständen dieses Versuches, daß die Lufft von einem gegebenen Grade der Wärme sich nur bis auf einen gewissen Grad dünner machen lasse, weil nehmlich keine Lufft mehr heraus zu bringen gewesen, ob man gleich mit der warmen Hand die Kugel zu halten fort gefahren. Ja ich habe gefunden, daß,

Erklärung des Versuches.

wenn

§. 134.

wenn auch ein anderer, der eine warme Hand gehabt, die Kugel von neuem gefasset, er dennoch nicht mehrere Lufft heraus treiben können: oder ist es ja unterweilen geschehen, daß einer unter vielen solches zu thun vermocht, so ist nicht viel über eine Blase noch weiter heraus gegangen. Und lernet man daraus, daß die Lufft in der Kugel in weniger Zeit so viel von der äusseren Wärme annimmet, als sie annehmen kan; auch da die Hand noch mehrere Wärme hat, sie von einem gewissen Grade der Wärme nur einen gewissen Antheil annimmet, ob sie gleich ein mehreres von einem grösseren Grade annehmen kan. Denn wenn man ein Kohlfeuer zu der Kugel bringet, gehet weit mehr Lufft heraus, als durch die Hand sich heraus treiben lässet. Wiederum weil in dem Augenblicke, da die Hand von der Kugel weggethan wird, das Wasser in der Röhre CB in die Höhe steiget; so muß auch die Lufft in der Kugel sich bald wieder zusammen ziehen und solchergestalt bald wieder kalt werden (§. 133.), das ist, diejenige Wärme verlieren, die sie von der Hand empfangen hat. Denn weil die Kälte die ausdehnende Krafft der eingeschlossenen Lufft wieder schwächet, die durch die Wärme war verstärcket worden (§. cit.); so drucket nun oben die äussere Lufft stärcker, indem die innere, weil sie weniger worden,

Lufft nimmet nur einen gewissen Theil der Wärme an.

§. 134. nicht so dichte wie die äussere werden kan, wenn kein Wasser hinnein kommet, und daher ihre ausdehuende Krafft unmöglich der Schweere der äusseren Lufft gleich werden kan. Wenn die Lufft wieder die fremde Wärme fahren lassen; so ist es eben so viel als wenn man so viel Lufft ausgepumpet hätte, als durch die Wärme heraus gejaget worden. Und derowegen muß hier eben dasjenige erfolgen, was in jenem Falle zu geschehen pfleget (§. 97.). Wenn Lufft über dem Wasser ist, als wie hier die Lufft in der Kugel über dem Wasser in der Röhre; so ist sie dünner als die äussere (§. 94.). Und demnach steiget nicht so viel Wasser in die Röhre als Lufft heraus gegangen. Und deswegen lauffet ein Theil Wasser aus der Röhre in die Kugel, wenn man sie umwendet, daß die Eröffnung der Röhre oben zu stehen kommet. Nemlich eben so viel Lufft ist mehr heraus gegangen, als Wasser in die Kugel hinein läufft. Und eben dieses ist mit eine Ursache, daß weniger Tropffen Wasser in der Röhre waren, als Blasen Lufft heraus gegangen. Auch siehet man, daß die Blasen Lufft mit den Tropffen Wasser fast eine Grösse gehabt. Es ist nicht zu leugnen, daß die Wasser-Tropffen weit grösser aussehen, als die Lufft-Blasen: allein die Ursache ist diese. Die Blasen Lufft bleiben rund, indem sie heraus fahren; hingegen die Wasser-

Warum die Wasser-Tropffen grösser als die Lufft aussehen.

§. 134.

ser-Tropffen ziehen sich in die Länge, ehe sie herunter fallen, weil sie durch ihre Schweere den Wiederstand der Lufft überwinden müssen, und bey dieser Figur ihnen die Lufft besser ausweichen kan. Auch müssen sie durch die Schweere von der Röhre abgesondert werden, ehe sie fallen können. Man findet aber auch in andern Fällen, daß, wenn flüßige Materien an etwas hangen und durch ihre Schweere sich davon loß reissen müssen, sie sich in die Länge ziehen. Wenn man eben diese Kugel an ein brennendes Licht hält, so gehet die Lufft sehr schnelle heraus, indem die Blasen sehr geschwinde nach einander heraus fahren, auch indem solches geschiehet, einigen Schall verursachen, daß man jede Blase, die heraus gehet, insbesondere hören kan. Nimmet man die Kugel von dem Lichte weg, so schiesset das Wasser sehr schnelle in dieselbe hinein, wie oben, da man die Lufft ausgepumpet hatte (§. 97.). Ich habe schon vorhin erinnert, daß wenn die Lufft im Glase sich wieder abkühlet, es eben so viel ist, als wenn man sie durch Auspumpen verdünnet hätte. Und demnach gehet es hier eben so zu, wie dort, da die Lufft von aussen wieder hinein unter die Glocke gelassen ward, und ist dannenhero unnöthig ein mehreres hieher zu setzen. Ich erinnere nur noch dieses, daß, wenn das Wasser kalt ist, die Kugel davon

Grosse Wärme jaget die Lufft schnelle heraus.

Vorsichtigkeit bey dem Verfuchen.

§. 134. davon zerspringet, indem es hinein kommet. Derowegen muß man warmes Wasser dazu gebrauchen, auch die Kugel an dem Lichte herum wenden, damit sie nicht an einem Orte wärmer wird als an dem andern.

Stärcke der Sonnen-Wärme. Als ich eben diese Kugel mit dem Glase voll Wasser in die Mittags-Sonne setzte, die doch unterweilen etwas von den Wolcken verdeckt ward, und sie bis auf den anderen Morgen daselbst stehen ließ; so war das Wasser bis in die Kugel hinein gestiegen. Jedoch giengen nicht mehr als vier Tropffen heraus, als ich die Kugel bey der Röhre heraus nahm und nach diesem mit der warmen Hand fassete, bis das Wasser bloß die Röhre erfüllete: woraus erhellet, daß die Sonne eben nicht vielmehr Lufft heraus getrieben, als die warme Hand. Damit ich aber dieses desto mehr erkennen möchte, habe ich die Kugel in die warme Hand genommen, und zwar zu einer Zeit, da mir sehr warm war, da anfangs das Wasser geschwinde aus der Kugel Tropffen-weise heraus gefallen; nach diesem aber, als nur noch was weniges in der Röhre zurücke war, sehr langsam hergegangen, ehe ein Tropffen weiter folgete. Jedoch als ich die Kugel lange genung in der Hand gehalten, ist endlich auch der letzte Tropffen heraus gegangen. Unerachtet ich aber, indem der letzte Tropffen heraus gieng, aber noch von aussen an der

Röh-

Röhre hangen blieb, gleich damit in das Wasser hinein fuhr und die Hand an die Kugel starck andruckete; so wolte doch keine Blase Lufft weiter folgen. §. 135.

§. 135. Weil die Wärme die Lufft gar sehr dünne machen kan, wie man aus der gläsernen Kugel siehet, wenn man sie eine Zeitlang über ein Kohl-Feuer oder an die Flamme des Lichtes hält und nach diesem Wasser hinein laussen lässet: so kan man auch die Schweere der Lufft ohne die Lufft-Pumpe noch auf folgende Art zeigen. Man leget eine küpfferne Kugel, die aber nicht mit Schnell-Lothe oder Zinn, sondern mit Schlage-Lothe gelöthet, das im Feuer nicht bald fliesset, auf glüende Kohlen: so breitet sich die Lufft aus und wird grösten Theils durch den eröffneten Hahn heraus getrieben (§. 134.). Will man desto besser sehen, wie die Lufft heraus gehet und wenn wenige oder nichts mehr heraus getrieben wird; so leget man die Kugel dergestalt auf die Kohlen, oder setzet sie sonst an ein Feuer, daß die Eröffnung des Hahnes unter dem Wasser in einem Gefässe erhalten werden kan, gleichwie wir vorhin (§. 134.) die Eröffnung der Röhre an der gläsernen Kugel in das Wasser gestecket, damit wir sehen konnten, wie die Lufft heraus gieng. So bald man mercket, daß nicht mehr Lufft heraus will, wird der Hahn verschlossen und die Kugel

Noch eine Art die Schweere der Lufft abzuwägen.

§. 135. Handgriff.

Kugel von dem Feuer genommen. Diese verschlossene Kugel hänget man an eine Wage, setzet sie durch Gewichte in wagerechten Stand und wartet ein wenig, bis sie sich abkühlet, oder leget auch kühle Tücher darum, damit sie desto eher dadurch abgekühlet wird. Nach diesem eröffnet man den Hahn; so fähret von aussen Lufft hinein und man mercket gantz deutlich, sonderlich wenn die Kugel groß ist und durch die Wärme viel Lufft heraus getrieben worden, daß die Kugel nunmehro einen Ausschlag giebet. Da nun solchergestalt die Kugel schweerer wird, wenn mehrere Lufft hinein kommet; so kan man auch nicht zweiffeln, daß die Lufft schweer sey: wie solches schon umständlicher (§. 130.) ausgeführet worden. Unerachtet ich nun diesen Versuch gut genung erachte, wenn man einen überführen soll, daß die Lufft schweer sey und keine Lufft-Pumpe bey der Hand hat: so bleibe ich doch lieber dabey, daß man die Lufft aus der Kugel heraus pumpe, wenn man die Schweere der Lufft genau abwägen und die Art derselben determiniren will (§. 86.). Denn ob man die Lufft reine ausgepumpet oder nicht, kan man eher versichert seyn, als ob man sie durch die Wärme gantz heraus gejaget, und, wenn die Kugel warm ist, gehet nicht so viel Lufft hinein, als wenn sie kalt ist (§. 133.); weswegen es beschweerlich fället zu warten, bis

Wozu diese Art diene.

§. 135.

bis die Kugel kalt worden, oder auch Mühe verursachet, wenn man sie kalt machen will. Wer nicht vorsichtig verfähret, könnte hierbey eben den Fehler begehen, den Sengwerd begangen (§. 101.), als er die Schweere der Lufft abwägen wollen. Boyle (a) hat die Æolipilam dazu gebrauchet, davon wir unten reden werden und die enge Eröffnung der Röhre mit Wachse verstopfft, als er sie von dem Feuer genommen. Er hat gefunden, daß sie um 11 Gran leichter worden, als er durch das Feuer so viel Lufft heraus getrieben hatte als angehen wolte, und sie wieder kalt werden lassen. Und hieraus hat er die Verhältniß des Wassers zu der Lufft wie 938 zu 1 gezogen. Mersennus hat eben diesen Weg erwehlet und die Verhältniß wie 1356 zu 1 heraus gebracht: er hat aber die Æolipilam gewogen, ehe er sie kalt werden lassen, und Boyle erinnert, daß sich dadurch einiger Irrthum einschleichen könne, weil das glüende Kupffer einiges von seiner Materie ausdünstet. Er mercket auch ferner an, daß er mit aller seiner Mühe es nicht dahin bringen können, daß die Lufft gantz heraus gefahren wäre: welches er erkannt, indem er sich das Wasser (§. 134.) hinein ziehen lassen. Und hierdurch wird bestetiget,

Was für Gefahr dabey.

Wie Boyle diesen Versuch angestellet.

Wie Mersennus.

Warum er nicht accurat.

(a) in Experim. de vi aëris elastica p. m. 111.

§. 135. get, daß diese Manier die Art der Schweere in der Lufft zu determiniren der andern nicht gleiche, die wir ihr vorgezogen. Merſennus und Boyle haben die Æolipilam (welche nichts anders ist als eine kupfferne Kugel mit einer engen Röhre) zuerst mit der Lufft gewogen, ehe sie auf die Kohlen geleget worden, nach diesem leer, wenn sie von ihnen weggenommen ward. Weil man aber alsdenn annimmet, als wenn alle Lufft heraus getrieben wäre, welches doch nicht geschiehet; so habe ich lieber die leere Kugel zuerst abwägen und nach diesem die äussere wieder hinein lassen wollen, damit man das Gewichte bloß von derjenigen Lufft bekommet, die man durch das Feuer heraus getrieben.

Was der Autor dabey in acht genommen.

Würckungen der erwärmeten Lufft.

§. 136. Weil die ausdehnende Krafft der Lufft durch die Wärme verstärcket, durch die Kälte vergeringert wird, und zwar sehr schnelle (§. 133. 134.); so müssen auch durch die Lufft. wenn sie erwärmet wird, alle Würckungen bewerckstelliget werden, welche erfolgen, wenn entweder der Wiederstand der äusseren von einer Seite genommen, oder die eingeschlossene zusammen gedrucket wird. Die Erfahrung stimmet mit überein und will ich zu dem Ende einige Versuche beschreiben, welche ich solches zu erläutern angestellet. Und in der That zeigen es auch schon diejenigen Versuche, die wir erst

jetzt

§. 136.

jetzt (§. 133. 134. 135.) ausführlich beschrieben. Denn daß die Blase über dem Kohl-Feuer oder auch an einem andern Feuer starck aufgeblasen wird, so bald sie sich erwärmet (§. 133.), kommet damit überein, daß eben solches geschiehet, wenn man die äussere Lufft wegpumpet (§. 80.), oder die innere zusammen drucket (§. 129.). Wiederum daß die Lufft heraus fähret aus der Kugel mit einer engen Röhre und nach diesem an ihre Stelle das Wasser hinein steiget (§. 134.), ist ja eben dasjenige, was oben (§. 97.), durch Auspumpen zuwege gebracht worden. Gleichergestalt wenn man die Lufft in einer Kugel durch das Feuer verdünnet und dadurch die Kugel leichter machet um ihre Schweere zu erfahren (§. 135.), ist es eben dasjenige, was wir oben durch das Auspumpen bewerckstelliget (§. 86.). Ich will aber auch noch andere Versuche hinzu fügen, die eine Aehnlichkeit mit den vorhergehenden haben.

Noch mehrere derselben.

§. 137. Damit ich nun zeigen möchte, was die erwärmete Lufft in die flüßigen Materien für eine Würckung hat, so habe ich die beyden Versuche, dadurch ich die Beschaffenheit der ausdehnenden Krafft, sowohl wenn die Lufft weggepumpet (§. 99.), als wenn sie zusammen gedrucket wird (§. 127.) gezeiget, auch mit gehöriger Veränderung wiederhohlet. Ich habe demnach eben

§. 137. dasjenige Glaß, darinnen ich die Lufft mit Blasen verstärckete, behalten und zwar in dem letzten Zustande, da 134 Scrupel hoch Lufft über dem Wasser gestanden (§. cit.).

Tab. XII. Fig. 76. Erwärmete Lufft treibt Wasser in die Höhe.

Da nun die Röhre CD noch so feste eingekittet war, daß keine Lufft aus dem Glase heraus kommen konnte; habe ich das Glaß in die warme Hand genommen. Bald ist das Wasser in der Röhre CD aus dem Glase AB in die Höhe gestiegen, bis es 416 Scrupel hoch darüber gestanden: über welche Höhe ich es nicht weiter bringen können. Nemlich die Wärme der Hand verstärcket behende die ausdehnende Krafft der in dem Glase AB eingeschlossenen Lufft (§. 134.). Derowegen weil sie nun auf das Wasser im Glase stärcker drucket, als die äussere durch die Röhre CD wiederstehet, so muß in die Röhre so viel Wasser steigen bis die Schweere der äusseren Lufft und die Schweere des Wassers in der Röhre CD zusammen der ausdehnenden Krafft der über dem Wasser im Glase AB eingeschlossenen Lufft die Wage hält. Die ausdehnende Krafft der Lufft ist anfangs, ehe sie erwärmet wird, der Schweere der gantzen Lufft gleich (§. 31. Aer.). Da sie nun jetzt über die Schweere der Lufft noch 416 Scrupel hoch Wasser tragen kan; so ist sie jetzt um so viel stärcker worden, als erfordert wird 416 Scrupel hoch Wasser zu ertragen. Die gantze Schwee-

Mathematischer Beweis.

re

re der Lufft und also auch die ausdehnende Krafft derer im Glase, ehe sie erwärmet ward, träget 32 Schuhe oder 32000 Scr. hoch Wasser (§. 89.) und demnach ist die ausdehnende Krafft durch die Wärme bey nahe um den sieben und siebentzigsten Theil verstärcket worden. §. 137. Indem das Wasser aus dem Glase in die Höhe getrieben wird, bleibet für die Lufft mehr Raum. als vorher darinnen war. Derowegen muß sich auch die Lufft weiter ausbreiten (§. 80.) und wird dadurch ihre ausdehnende Krafft vergeringert (§. 81.). Und hieraus erhellet, daß die Lufft in der That durch die Wärme der Hand noch mehr als um $\frac{1}{77}$ Theil stärcker worden. Wenn man demnach genau wissen wolte, wie viel durch diese Wärme die ausdehnende Krafft der Lufft vermehret würde; dörfte man nur ein weiteres Glaß nehmen, in welchem der Abgang des Wassers gegen den Raum, den die Lufft einnimmet, nicht so mercklich wäre. Oben durch das Blasen ward die Lufft in eben diesem Falle um $\frac{1}{42}$ verstärcket, und demnach hat die Wärme der Hand weniger als das Blasen ausgerichtet. Im übrigen kan man auch die Stärcke der ausdehnenden Krafft, die sie durch die Wärme der Hand erhalten, noch viel begreiflicher machen, wenn man die Grösse derselben ausrechnet. Es ist klar, daß die ausdehnende Krafft der

Blasen richtet mehr aus als die Wärme der Hand.

§. 137. Gröſſe der Wärme in der Hand wird genau determiniret.

Lufft im Glaſe um ſo viel ſtärcker worden, als das Waſſer in der Röhre wiederſtehet: dieſes aber wiederſtehet ſo ſtarck als eine Waſſer-Säule, die einerley Höhe mit ihm hat, aber eine Grund-Fläche, welche dem Durchſchnitte des Glaſes gleichet, das iſt, von 95 Quadrat-Linien (§. 127.). Wenn man demnach dieſe Grund-Fläche durch 416 Scrupel (§ als der Höhe des Waſſers in der Röhre, multipliciret; ſo kommet der gantze Inhalt der Waſſer-Säule 3952 Cubic-Linien oder bey nahe 4 Cubic-Zoll heraus (§. 221. Geom.). Da nun ein Cubic-Zoll Waſſer 495 Gran wieget (§. 7.); ſo iſt die Schweere der gantzen Waſſer-Säule 1980 Gran, oder etwas mehr als 8 Loth (§. 2.). Demnach hat die Wärme der Hand die in dem Glaſe eingeſchloſſene Lufft mit ſo viel Krafft vermehret, als erfordert wird etwas mehr als 8 Loth, nehmlich 8 Loth und 106 Gran, zu erhalten. Ja wenn wir bedencken, daß die Wärme in der That aus vorhin angezeigeter Urſache mehr Krafft gegeben, als der Wiederſtand des Waſſers in der Röhre austräget: ſo kan man wohl ſetzen, es habe die Wärme der Hand die Lufft im Glaſe um eine Krafft vermehret, die bis 9 Loth erhalten kan. Ich habe nach dieſem für die geringe Wärme in der Hand einen gröſſeren Grad genommen und zu dem Ende das Glaß AB mit der Rohre CD in einen

Krafft des ſiedenden Waſſers.

Keſſel

§. 137.

Kessel heisses Wasser, welches gesotten hatte, und nun über dem Kohl-Feuer dem Sieden wiederum nahe war, gestellet. Damit aber das Glaß nicht zerspringen möchte, habe ich es anfangs nur über den warmen Dampff gehalten, der aus dem Wasser in die Höhe stieg, bis ich verspürete, daß das Glaß heiß war, und ich es endlich in das Wasser hinein wagete. Anfangs stieg das Wasser sehr langsam in die Höhe, blieb auch endlich noch ziemlich weit unten in der Röhre stehen, so lange ich das Glaß bloß in dem heissen Dampffe behielt. Allein sobald ich es bis in das Wasser hinein stieß und es bis oben an den Hals, wo ich es mit Siegel-Lack verwahret hatte, darinnen hielt; stieg es auf einmahl sehr schnelle in der Röhre bis oben hinauf und lief endlich zu der obersten Eröffnung C heraus. Damit nicht, wenn das Siegel-Lack im heissen Wasser weich würde, die Röhre sich heraus zöge, oder wenigstens, indem das Gefässe durch seine Schweere sich von der Röhre niederziehet, die Lufft das ausgezogene Siegel-Lack irgendswo durchbohren und heraus fahren möchte, ehe der Versuch zu Ende wäre: habe ich um den Hals des Glases einen Bindfaden gebunden und damit das Glaß gehalten. So bald ich das Glaß aus dem Wasser heraus gezogen, bis sein Boden die obere Fläche desselben berühret;

Vorsichtigkeit im Versuchen.

Handgriff.

§. 137. ist es doch über die Helffte in der Röhre herunter gefallen, ungeachtet die heissen Dünste von allen Seiten daran schlugen: so bald ich es aber wieder in das Wasser gantz eingetauchet, ist auch das Wasser aus dem Glase wieder die gantze Röhre hinauf gestiegen und oben gantz heraus gelauffen. Man siehet nicht allein hieraus, daß das Wasser viel heisser ist als der Dampff, welcher aus ihm heraus fähret; sondern daß auch ein warmer Cörper in einem heissen Dampffe und heisser Lufft seine Wärme fahren lässet, wenn er wärmer ist als der Dampff oder die Lufft, darinnen er sich befindet. Allein hiervon werden wir an seinem Orte noch insbesondere Versuche anzustellen haben. Die Länge der Röhre war 254 Linien und demnach wiederstund das Wasser in der Röhre der Lufft so viel als ein Cylinder Wasser, der 254 L. hoch ist. Da nun die Grund-Fläche derselben 95 Quadrat-Linien hält, wie vorhin angezeiget worden; so ist sein gantzer Inhalt 24130 Cubic-Linien, folgends die Schweere 11944 Gr. oder bey nahe 2 Pf. Es ist demnach die Krafft der Lufft durch die Wärme um so viel vermehret worden, als erfordert wird 11944 Gran, das ist, bey nahe 2 Pfund über 2½ Schuhe hoch zu bewegen. Ich rede hier bloß von demjenigen Theile, den die aus-

Wasser ist heisser als sein Dampff.

Mathematischer Beweis.

§. 137.

ausdehnende Krafft durch die Wärme erhält. Denn die Krafft, welche sie vorher hat, ist so groß als die Schweere eines Cylinders von 32 Schuhen. Weil nun dieser Cylinder in gegenwärtigem Falle, da die Grund-Fläche 95 Quadrat-Linien hält, 304 Cubic-Zoll in seinem Inhalte hat; so wieget er 150480 Gran, das ist, über 20 Pfund, folgends ist die ausdehnende Krafft in dem erwärmeten Wasser so groß, daß sie mehr als einer Last von 22 Pfunden wiederstehen kan. Ich habe es nach diesem auch mit Queckſilber versuchet: da aber leicht zu erachten, daß dasselbe nicht so hoch gestiegen, als das Wasser, indem es bey nahe 14 mahl so schweer ist als das Wasser. Und achte ich es nicht nöthig vor diesesmahl solches umständlicher zu beschreiben. Ich habe auch eine küpfferne Kugel, die nur ein enges Löchlein in der Dicke einer Nadel hatte, auf glüende Kohlen geleget und die Lufft dadurch heraus getrieben (§. 133.). Nachdem ich diese Kugel dergestalt in eine Schüssel mit Wasser geleget, daß das enge Löchlein unten den Boden berühret; so hat sie das Wasser alle mit einem Geräusche hinein geschlucket und ist auf einmahl kalt worden. Weil die Lufft durch die Wärme heraus getrieben, diejenige aber, so noch zurücke ist, durch das kalte Wasser in der Schüssel wieder abgekühlet wird (§. 134.);

Wie eben dieser Versuch mit Queckſilber angestellet worden.

Wie eine hohle Kugel das Wasser in sich schlucket.

§. 137. so ist es eben so viel, als wenn man die Lufft durch Auspumpen verdünnet hätte. Da nun in diesem Falle das Wasser von der äusseren Lufft hinein gedrucket wird (§. 98.); so muß auch solches in gegenwärtigem Falle erfolgen. Weil die Kugel, die doch so heiß ist, daß man sie nicht mit blossen Händen anrühren kan, auf einmahl gantz kalt wird, daß man die Kälte an den Händen spüret, indem man sie anrühret, so bald sich das Wasser hinein gezogen: so erkennet man zugleich, wie die Wärme in einem Augenblicke durch die blosse Berührung eines kalten Cörpers kan benommen werden, wenn sie von aussen in ihn hineln gedrungen. Denn ein mehreres zeiget gegenwärtiger Versuch nicht. Wir könnten zwar noch mehreres hierbey überlegen: allein weil ich unten die Beschaffenheit der Wärme insbesondere untersuchen will; so mag ich auch hier nicht ein mehreres hinzu setzen. Vielmehr mercke ich noch an, was hieher gehöret, nemlich daß man nun siehet, wie man eine flüßige Materie durch die allerkleineste Eröffnung bringen kan, wo sie und die Lufft einander unmöglich ausweichen mögen. Weil nun keine Lufft hinein kommen kan, als die von der äusseren Lufft hinein gedrucket wird, indem sonst, wenn das Wasser durch seine Schweere hinein fiele, Lufft und Wasser einander ausweichen müsten, weil Lufft heraus gehen müste, wenn

Kalter Cörper benimmet dem warmen bald die Wärme.

Wie flüßige Materien durch eine enge Eröffnung zu bringen.

§. 137.

wenn Wasser hinein solte: so kan man die Kugel auch in das Wasser hinein werffen, daß die Eröffnung oben zu stehen kommet, und weil alsdenn die eingeschlossene Lufft allein dem äusseren Drucke der Lufft wiederstehet, dadurch das Wasser hinein gezwungen wird, so gehet auch so viel Wasser hinein, bis die Lufft, welche in der Kugel zurücke geblieben, so starck drucket als die äussere, das ist, so dichte als sie ist (§. 31. Aerom.), folgends eben so viel als Lufft heraus gegangen. Derowegen wenn man mit dieser Vorsichtigkeit das Wasser in die Kugel lässet; kan man ohne Gefahr erkennen, wie viel Lufft eigentlich heraus getrieben worden, auch, woferne nicht die Kugel an ihrem Gewichte einige Aenderung leidet, die Verhältniß der Schweere der Lufft zu der Schweere des Wassers genau determiniren: welches wir oben (§. 86.) schon auf eine andere Art gesucht haben.

Wie die Verhältniß der Schweere der Lufft zum Wasser zu finden.

§. 138. Aus dem, was bisher von den Veränderungen der Lufft durch Wärme und Kälte, ingleichen der dadurch erfolgeten Würckungen gesaget worden, lässet sich erklären, was es für eine Beschaffenheit mit dem Schröpffen hat. Es ist bekannt, daß in die Haut eingehackt wird, damit das Blut durch die kleinen Wunden heraus gehet. Nach diesem nimmet man entweder ein kleines Cylindrisches Glaß, oder ein gleiches Gefäßlein von Meßinge, hält es ü-

Was es für eine Beschaffenheit mit dem Schröpffen hat.

Wie es geschiehet.

§. 138.

ber die Flamme des Lichtes oder einer Lampe und decket es geschwinde über den Circul-runden Raum, wo man in die Haut eingehackt. Dieses Gefäßlein, welches man den Kopff zu nennen pfleget, hänget alsdenn feste an der Haut und das Blut quillet aus den kleinen Wunden heraus, bis ein ziemliches Theil davon erfüllet worden. Man siehet auch, daß das Fleisch unter dem Kopffe sich in die Höhe giebet in der Gestalt eines Kugel-Stückes. Wenn man den Kopff über das Licht oder die Lampe hält, so wird dadurch die Lufft dünner gemacht und gehet ein Theil davon heraus (§. 133.). Drucket man ihn auf die Haut an, so kan von aussen keine Lufft mehr unter ihn kommen: denn die Haut und das Fleisch ist weich und lässet sich dannenhero durch das Glaß, oder auch den Rand des meßingenen Kopffes eindrucken, giebet sich aber von beyden Seiten, so wohl von innen als von aussen, in die Höhe und schliesset sich gantz genau an den Rand des Kopffes an. Die Wärme, welche der Kopff und die darinnen enthaltene Lufft von dem Lichte oder der Lampe empfangen hat, gehet schnelle heraus und wird daher die Lufft gar bald wieder kalt (§. 134.). Weil nun hierdurch ihre ausdehnende Krafft vergeringert wird (§. 133.); so drucket die äussere Lufft stärcker auf den Kopff von aussen, als ihr die

Was darbey observiret wird.

Wie der Kopff angedruckt wird.

§. 138.

die innere wiederstehen kan. Derowegen weil die weiche Haut und das weiche Fleisch eben so nachgiebet, wie das nasse Leder auf dem Teller der Lufft-Pumpe; so wird der Kopff feste angedruckt und, weil der Rand rings herum eindrucket, giebet sich das Fleisch mitten in Gestalt eines Kugel-Stückes in die Höhe. Da nun der Kopff nicht herunter fallen kan; so muß die Lufft ihn stärcker andrucken, als seine Schweere ist. Man könnte dieses leicht erweisen, wenn man Lust hätte. Denn wie starck die Lufft auf den Kopff drucket, lässet sich auf eben die Art ausrechnen, wie bisher in anderen dergleichen Fällen die Druckung der Lufft ausgerechnet worden. Z. E. da wir zu wissen verlanget, wie starck die Glocke an den Teller der Lufft-Pumpe angedrucket wird (§. 105.). Wenn wir acht geben, wie viel Blut in den Kopff hinein quillet, so können wir auch beynahe wissen, wie viel Lufft durch die Wärme heraus getrieben worden. Es ist wohl freylich wahr, daß nicht eben so viel Blut in den Kopff steiget, als Lufft heraus gejaget worden, sondern etwas weniger (§. 98.): allein auf diese Kleinigkeit würde es in gegenwärtigem Falle nicht ankommen. Wer aber auch hierinnen so genau verfahren wolte, daß er gantz genau wissen wolte, wie viel Lufft herausgegangen und folgends, wie viel dadurch die im Kopffe zurück gebliebene wäre verdünnet

Wie die Stärcke der andruckenden Lufft genau zu erfahren.

Wie viel Lufft hinein gehet.

Wie man es genau erkennen kan.

§. 138. dünnet worden; so könnte solches auch genau determiniret werden und zwar durch dasjenige, was ich in meinen lateinischen Anfangs-Gründen der Aerometrie §. 148. erwiesen So bald einem bekannt ist, wie viel die Lufft in dem Kopffe verdünnet worden; weiß man auch, wie viel sie dadurch schwächer worden ist als die äussere. Denn da sie anfangs mit der äusseren einerley Stärcke hat, ist sie nun um so viel schwächer worden als sie dünner ist (§. 125.). Z. E. wenn der Kopff halb voll Blut lieffe, so wäre die Lufft (wenn man es nicht gantz genau nehmen wolte) noch einmahl so dünne worden, als sie anfangs war, ehe man den Kopff über die Flamme des Lichtes hielt, und daher ihre ausdehnende Krafft nur halb so groß, als wie der äusseren. Und demnach drucke te auch die Lufft nur mit ihrer halben Krafft den Kopff an. Wenn man die gantze Krafft weiß, mit welcher die Lufft auf den Kopff drucket; so weiß man auch, mit wie vieler Krafft er angedrucket wird. Derowegen wenn man sie mit der Schweere des Kopffes, den man zu dem Ende vorher abgewogen, vergleichet; so wird es der Augenschein geben, daß sie diese weit übertrifft. Endlich begreiffet man auch, warum das Blut aus den kleinen Adern, die in der Haut zerhacket worden, in den Kopff heraus tritt. Denn die Lufft drucket von aussen um den

Wie starck die äussere Lufft druckt.

Warum das Blut in den Kopff tritt.

Kopff

Kopff herum die Haut und in ihnen die kleinen Aederlein. Da ihnen nun innerhalb dem Kopffe weniger Wiederstand geschiehet; so wird das Blut durch die gemachte Eröffnung heraus getrieben. §. 138.

§. 139. Daß dieses die wahre Ursache sey, darf man desto weniger zweiffeln, weil man eben dieses durch das Auspumpen der Lufft verrichten kan. Damit ich solches zeigen könnte; habe ich eine besondere Art einer kleinen Lufft-Pumpe machen lassen, die ich auch noch zu anderen Versuchen brauchen kan. Sie ist hauptsächlich in dem Stempel von der andern, die ich oben beschrieben unterschieden, als der so eingerichtet, daß man keinen Hahn dazu nöthig hat. Das Rohr ABDC ist aus Meßing gegossen und inwendig gleich ausgebohret und glatt poliret, wie es oben (§. 70.) bey der grossen beschrieben worden. Es ist vier Zoll lang und der Diameter AB im Lichten $6\frac{1}{2}$ Linie. Unten in CD ist eine Eröffnung mit einer Mutter bey nahe $3\frac{1}{2}$ Linie weit. Oben wird der Deckel DE angeschraubet, damit weder Staub hinein fallen, noch der Stempel zu weit heraus gewunden werden kan. In der Mitten des Deckels ist ein rundes Loch 2 Linien weit, dadurch die Stange des Stempels gehet. Oben an der Stange des Stempels KI ist ein Griff FGH, dabey man den Stempel bequem heraus

Besondere Art der Lufft-Pumpe.

Tab. XIV. Fig. 80.

Beschaffenheit des Rohres.

Des Stempels und seiner Stange.

§. 139. heraus ziehen und hinein stossen kan. Mitten in H ist ein rundes Loch zum Gebrauch in anderen Versuchen. Unten in K ist ein hohler Cylinder angelöthet, der in L ein kleines Löchlein hat, dadurch die Lufft heraus fähret, die ausgepumpet wird. Dieser Cylinder ist 6 ½ Linie lang, 4 L. im Lichten weit. Bis zu dem Löchlein L sind etwas über 4 Linien und bis dahin ist inwendig eine Mutter, darein man den Stempel MNOP schrauben kan. Derselbe bestehet aus der Schraube Q und einigen theils meßingenen, theils von Gorck gemachten, theils ledernen Platten. Die Schraube Q ist so lang als die Mutter in dem Cylinder KL und so weit als eben derselbe im Lichten. An dieser Schraube ist zu Ende eine meßingene Platte RS eine Linie dicke, aber nicht völlig so breit als das Rohr ABCD im Lichten. Unter der Platte ist eine Stange TV, darein die Scheiben von Gorck und Leder kommen. Man kan sie auch aus blossem Leder, wie im Stempel der grossen Lufft-Pumpe (§. 71.) machen. Diese Scheiben sind so breit, daß sie an das Rohr überall anschliessen, damit darzwischen keine Lufft durchkommen kan. Die Stange TV ist etwas über 5 Linien lang und nebst der grossen Schraube Q wie eine Röhre durchbohret, dadurch die Lufft aus dem Gefässe, welches man

§. 139.

man auspumpen will, zu dem Löchlein L kommet. In V wird endlich eine meßingene Platte, die so groß wie die obere RS ist, angeschraubet, damit man die weichen Scheiben feste an einander drucken kan. Dieser Stempel wird wie in der grossen Lufft-Pumpe mit Baum-Oele eingeschmieret. Endlich wird das Ventil Q aus ein wenig Blase gemachet. Nemlich man nimmet einen schmalen Streiffen Blase, so viel das Löchlein in Q bedecken kan, spannet es aus so viel man kan, und bindet es mit einem Faden zwischen den Gewinden der Schraube an: zu welchem Ende auch die Schraube zu beyden Seiten in dem obersten Gewinde platt gemacht ist, damit die Blase nicht abgleiten kan. Denn weil die Lufft, welche aus dem Gefässe durch den Stempel gehet, zwar die Blase in die Höhe stossen kan; hingegen wenn sie zurücke drucket, dieselbe fest andrücket: so vertritt sie die Stelle eines Ventiles und lässet die Lufft zwar heraus, aber nicht wieder hinein. Und diese Lufft-Pumpe hat den Vortheil, daß man ohne Unterlaß nur den Stempel heraus ziehen und gleich wieder hinein stossen darf, indem sich das Ventil selbst eröffnet und schliesset, auch die Bewegung nur in einer geraden Linie geschiehet und nicht so beschweerlich ist, wie bey der grossen das winden. Die Glocke ABDC ist oben mit Meßinge eingefasset

Des Ventiles.

Tab. XIV. Fig. 81. Beschaffenheit der Glocke.

§. 139. fasset und hat in F eine Schraube mit einem Ventile von Blase, die gleichfalls wie eine Röhre durchbohret. Darauf wird das Rohr der Lufft-Pumpe geschraubet, wenn man die Lufft auspumpen will. Wenn es geschehen, und man schraubet sie ab; so lasset das Ventil keine Lufft wieder hinein. Wenn man nun diese kleine Lufft-Pumpe auf die kleine Glocke schraubet, die nicht viel grösser ist als ein Kopff, der zum Schröpfen gebrauchet wird, die Glocke auf die Hand oder den Arm setzet und etwas andrucket, damit an dem Rande keine Lufft durchkommen kan, und nach diesem, wie vorhin gemeldet, die Lufft auspumpet; so hanget sie feste an der Hand, oder dem Arme, und tritt gleichfalls unter ihr, wie in dem Kopffe, das Fleisch in Gestalt eines Kugel-Stückes in die Höhe. Wolte man nun die Haut wie bey dem Schröpffen einhauen; so würde auch hier das Blut die Glocke, wie dort den Kopff erfüllen. Wenn man diese Lufft-Pumpe zu eben denen Versuchen brauchen wolte, die wir oben mit der grossen angestellet; so dörffte man nur einen kleinen Teller mit einem Hahne haben, damit man unten Lufft hinein lassen könnte, wenn man die Glocke wieder loß haben wolte. Und da dergleichen kleine Lufft-Pumpe mit gar wenigen Kosten angeschaffet werden kan, auch wenn man sie etwas grösser machen lässet,

Versuch, wodurch das Schröpffen erläutert wird.

Wie man alle übrige Versuche damit machen kan.

läſſet, als wie ich ſie beſchrieben (wiewohl man ſie nicht gar zu weit muß machen laſſen, damit es nicht zu ſchweer fälle den Stempel heraus zu ziehen): ſo könnte man ſie bequem auf Schulen gebrauchen um der Jugend einigen Begriff von den Eigenſchafften der Lufft und ihren Würckungen bey zu bringen. Denn man würde die meiſten Verſuche im kleinen zeigen können, die wir mit unſerer Lufft-Pumpe entweder im groſſen bereits gemacht, oder noch machen werden. Mit einem Worte, man würde ſo viel damit ausrichten können, daß man diejenigen Wahrheiten dadurch beſtetigen könnte, die man durch die Lufft-Pumpe entdecket: ob man gleich nicht damit auskommen könnte, wenn einige Sachen zu genauer Berechnung umſtändlicher und im groſſen müſſen unterſuchet werden, als wenn man die Art der Schweere in der Lufft ausmachen will (§. 86.). Da ich bereits einen kleinen Teller mit einem Hahne habe (§. 107.); hätte ich nur einige Glocken dörffen verfertigen laſſen, darauf ich meine kleine Lufft-Pumpe hätte ſchrauben können, und es wäre mir leicht geweſen alles zu verſuchen, was ſich damit ausrichten läſſet und hier genauer zu beſchreiben: allein ich halte es für unnöthig, weil ein jeder, welcher mit Bedacht lieſet, wie die Verſuche mit der groſſen Lufft-Pumpe angeſtellet worden,

§. 139.

Wo ſie gute Dienſte thun könnte.

Warum der Autor die Verſuche nicht damit angeſtellet.

§. 139. auch in dem Stande iſt alles mit der kleinen nach zu machen, ſo viel es ſich thun läſſet. Und eben dieſes iſt die Urſache, daß ich nicht hierher ſetze, wie weit jede Würckung und mit was für einem Unterſcheide ſie erfolgen muß, wenn man die kleine Lufft-Pumpe anſtat der groſſen gebrauchet, unerachtet ich alles ohne Verſuchen durch bloſſes Nachdencken hätte heraus bringen und zulänglich erweiſen können.

Warum eine gläſerne Glocke an dem Teller hangen bleibet, wenn die Lufft durch die Wärme verdünnet wird.

§. 140. Ich will demnach lieber fortfahren diejenigen Verſuche zu beſchreiben, wodurch beſtetiget wird, daß es einerley ſey, ob man die Lufft durch Wärme, oder durch Auspumpen verdünnet. Zu dem Ende habe ich eine gläſerne Glocke ABC, die im Glaſe etwas ſtarck iſt, damit ſie die Wärme deſto beſſer vertragen kan, in einen meßingenen Ring BCED kütten laſſen, daß ſie nicht etwan ſpringet, wenn ſie warm iſt und auf das mit friſchem Waſſer angefeuchtete, auch nach Erforderung der Umſtände wohl gar begoſſene Leder auf dem Teller geſetzet wird, Damit ich nun die Lufft unter der Glocke verdünnen möchte, habe ich in ein viereckichtes Gefäßlein von Bleche ein wenig ſpiritum vini oder auch nur ſtarcken Brandtwein gegoſſen und ihn angezündet, die Glocke eine Weile darüber gehalten, jedoch dergeſtalt, daß ſie unten das Leder auf dem Teller nicht berühret, damit die Lufft einen

Tab. XIV. Fig. 82.

Beſchreibung des Verſuches.

Aus-

Ausgang finden möchte. Endlich habe ich die Glocke an das Leder auf dem Teller angedruckt; so iſt der ſpiritus vini, oder auch der ſtarcke Brandtwein, verloſchen und die Glocke feſte an dem Teller hangen blieben, nicht anders als wenn ich die Lufft ausgepumpet hätte. Und es iſt auch in der That ſo viel, als wenn die Lufft wäre ausgepumpet worden. Denn wenn die Lufft durch die Flammen des entzündeten ſpiritus vini oder ſtarcken Brandtweins unter der Glocke ABC erwärmet wird (man kan es aber auch daher ſpüren, daß die Lufft dadurch erwärmet werden muß, indem ſelbſt die Glocke davon ſo heiß wird, daß man die Hand kaum daran leiden kan, wenn man ſie gleich gantz kurtze Zeit darüber hält); ſo breitet ſie ſich durch einen gröſſern Raum aus (§. 133.). Derowegen weil ſie unten nicht aufſtehet, ſo gehet ein Theil davon heraus und bleibet demnach weniger Lufft unter der Glocke als vorher darunter war. Die Lufft mag ſo warm worden ſeyn als ſie will; ſo läſſet ſie doch bald ihre Wärme wieder fahren und wird kalt (§. 134.). Wenn nun die Lufft kalt wird, ſo wird ihre ausdehnenden Krafft vergeringert, die bloß durch die Wärme dergeſtalt war verſtärcket worden, daß dünnere Lufft der dichteren die Wage halten konnte (§. 133.). Derowegen haben wir unter der Glocke dünnere Lufft

§. 140.

Erklärung deſſelben.

§. 140. als ausser ihr, und zugleich schwächere, als die von aussen auf die Glocke drucket. Durch das Auspumpen wird die Lufft gleichfalls dünner und schwächer gemacht (§. 81.) und demnach ist es eben so viel als wenn man aus der Glocke ABC Lufft ausgepumpet hätte. Nun wissen wir, daß, wenn die Lufft unter der Glocke durch Auspumpen verdünnet wird, die Glocke so feste an dem Teller hangen bleibet, daß man sie nicht anders als mit grosser Gewalt davon loßreissen kan (§. 105.): derowegen muß eben solches erfolgen, wenn man die Lufft unter der Glocke auf vorgeschriebene Art und Weise erwärmet. Ein jeder begreiffet hieraus ferner, daß die Glocke um so viel fester an dem Teller hangen muß, je mehr die Lufft unter ihr durch die Wärme verdünnet wird, massen wir gesehen haben, daß die Glocke um so viel fester an dem Teller hangen bleibet, jemehr man sie durch Auspumpen verdünnet. Man kan es aber in einer Glocke, die von Glase starck ist und unten einen meßingenen Rand hat, ohne einige Gefahr daß sie zerspringet, im Erwärmen weit bringen. Es erhellet auch nicht weniger, daß die Glocke um so viel stärcker angedrucket werden muß, je weiter sie im Diameter ist, und selbst die Rechnung giebet es, die wir vorhin von dem Schröpfen beygebracht (§. 138.). Die Glocke, welche

Wenn die Glocke starck angedruckt wird.

Andere Ursache davon.

§. 140.

che ich gebrauchet, hat im Diameter 36 ½ L. oder, wenn man den meßingenen Rand, darein sie geküttet ist, mit hinzu rechnet, wie sichs gehöret, 42 Linien. Ihre Höhe, darauf es zwar bey gegenwärtigem Versuche nicht ankommet, ist 67 ½ Linie.

Warum man mit einem Glase einen Mörser in die Höhe heben kan.

§. 141. Aus demjenigen, was wir von der gläsernen Glocke beygebracht, erhellet zugleich, was es für eine Beschaffenheit mit dem gemeinen Versuche hat, der viele in Verwunderung setzet und daher auch in unsere Kunst-Bücher als eine wundernswürdige Sache gesetzet wird, nemlich wie man mit einem Wein-Glase einen schweeren Mörser in die Höhe heben kan. Ich habe ihn auf folgende Weise angestellet. Von rockenem Mehle und Wasser habe ich einen Teig eingerühret, bis er so starck worden, als man die Nudeln zu machen pfleget, damit man die Gänse stopffet, oder daß er nicht an den Fingern hangen bleibet, wenn man ihn drucket. Von diesem Teige habe ich auf den Boden AB eines Mörsers ABCD einen Ring herum gemacht, der bey nahe den gantzen Boden eingenommen, ohngefehr einen Finger dicke. Man könnte auch den gantzen Boden damit bedecken: allein es ist der Teig nicht weiter nöthig, als wohin das Glaß zu stehen kommet. Nach diesem habe ich, wie vorhin bey der Glocke (§. 140.), in ein kleines viereckichtes Gefäßlein

Beschreibung des Versuches.

Tab. XV. Fig. 83.

§. 141. von Bleche ein wenig spiritum vini gegossen und ihn mit einem brennenden Papiere angezündet. Ueber die helle Flamme des entzündeten spiritus vini habe ich ein Wein-Glaß dergestalt gehalten, daß die Flamme gantz hinein geschlagen, jedoch zwischen dem Rande des Glases und dem Rande des Gefäßleins noch einiger Raum übrig geblieben, damit die Flamme nicht erstickt würde, sondern so lange daurete, als ich es genung zu seyn erachtete die Lufft im Glase hinlänglich zu erwärmen. Als nun das Glaß E sehr heiß war, nahm ich es behende von dem spiritu vini weg und druckete es in den Teig auf den Boden des Mörsers, so daß der Rand tief einschnitt und darzwischen keine Lufft ins Glaß kommen konnte.

Vorsichtigkeit im Versuchen.

Sturm (a) will, man soll einen ledernen Ring auf den Boden des Mörsers legen, den man vorher im Wasser weich werden lassen, sonder Zweiffel, weil man dergleichen auf dem Teller der Lufft-Pumpe gebrauchet, daran die gläserne Glocken feste angedrucket werden. Allein ich finde hierbey zweyerley Beschweerlichkeiten, warum ich lieber Teig dazu genommen. Denn erstlich sind die Wein-Gläser, oder auch andere Bier-Gläser, die man hierzu brauchet, unten nicht

(a) in Colleg. Curioso part. 1. Tent. 6. §. 10. p. 39.

§. 141.

nicht recht eben, wie die Glocken, welche zu dem Ende abgeschliffen werden. Und daher pfleget es nach diesem zu geschehen, daß das Glaß auf dem Leder nicht überall gleich einschneidet und an einigen Orten die Lufft durchläſſet: wodurch der gantze Versuch verdorben wird. Wenn man das Glaß sehr heiß werden läſſet und bringet es auf das naſſe Leder; so geschiehet es ferner gar offte, daß es unten zerſpringet, und also nicht allein das Glaß, sondern auch der gantze Versuch zu Schanden gehet. Bey dem Teige aber hat man dergleichen Unfall keinesweges zu besorgen. Ich habe auch mehrerer Sicherheit halber den Teig rings herum, wo das Glaß eingeschnitten, an daſſelbe angedrucket und nach diesem unverrücket stehen lassen, bis es kalt worden. Alsdenn habe ich den Stiel des Glaſes mit der Hand umgriffen, daß der Boden auf denen in die runde gebogenen Fingern willig geruhet, und damit den Mörser frey aufheben und herum tragen können. Ich habe es bis auf den andern Tag so stehen laſſen und gefunden, daß das Glaß noch eben so feſte an dem Mörser gehangen, als den vorhergehenden. Warum das Glaß und der Mörser so feſte an einander hangen, ist aus dem vorhergehenden abzunehmen. Es geschiehet nemlich auf eben die Weiſe, wie die Glocke an den Teller von der äuſſeren Lufft an-

Ursache davon.

§. 147. gedrucket wird, wenn die innere durch die Wärme verdünnet worden (§. 140.). Und demnach ist nicht nöthig, daß ich es ausführlicher erkläre. Unterdessen damit wir erkennen mögen, die Lufft sey starck genung das Glaß so feste an den Mörser zu drucken, daß er sich durch seine Schweere davon nicht loßreissen kan; so wollen wir die Krafft der Lufft, wodurch das Glaß an den Mörser angedrucket wird, ausrechnen und mit der Schweere des Mörsers vergleichen. Der Diameter des Wein-Glases, dessen ich mich bedienet, ist 212 Scrupel, folgends die Mündung 353 Linien (§. 168. Geom.). Weil nun die Lufft das Glaß so starck gegen den Mörser drucket, als eine Wasser-Säule die 32 Schuhe hoch ist, aber zu ihrer Grund-Fläche 353 Linien hat (§. 89.), folgends deren Inhalt 1129 Zoll hat (§. 221. Geom.), ein Cubic-Zoll Wasser aber 495 Gran hält (§. 7.); so drucket sie auf das Glaß mit einer Krafft von 558855 Granen, oder noch über 74 Pfund. Der Mörser wog nicht völlig 9 Pfund, welches noch nicht der achte Theil von derjenigen Krafft ist, dadurch das Glaß an den Mörser gedruckt wird. Wenn demnach die ausdehnende Krafft der Lufft unter dem Wein-Glase nur um den achten Theil vergeringert worden; so hat die äussere Lufft das Glaß so starck andrucken kön-

Mathematischer Beweis.

können, daß der Mörser durch seine Schweere sich davon nicht loßreissen können. Die Krafft aber der Lufft unter dem Glase ist so viel vergeringert worden, wenn nur der achte Theil Lufft durch die Wärme heraus getrieben worden (§. 125.). Damit wir demnach destoweniger daran zweiffeln, es könne die Lufft einig und allein das Glaß und Mörser so feste zusammen drucken; so müssen wir noch durch andere Versuche zeigen, wie viel die Lufft sich durch die Flamme des spiritus vini, die ich dazu gebrauchet, verdünnen lässet. §. 141.

Ehe ich aber solches thue, muß ich nur noch erinnern, wie das Glaß von der Glocke abgesondert wird, wenn es an sie so feste angedrucket wird, daß man es durch grosse Gewalt loßreissen müste, indem man keine Lufft unter das Glaß lassen kan, wie bey den Glocken geschiehet, die an dem Teller der Lufft-Pumpe feste hangen bleiben. Es ist demnach zu mercken, daß der Teig mit einem Messer rings herum weggenommen wird; so lässet sich das Glaß im Kreise herum drehen und dadurch von dem Mörser loßreissen, ohne daß man den geringsten Wiederstand verspüret, massen die Lufft nach Perpendicular-Linien an den Boden des Mörsers das Glaß drucket, der Bewegung aber im Kreise herum keinesweges wiederstehet; in dieser Bewegung aber, sonderlich wenn der Teig weggenommen und von

Wie das Glaß von dem Mörser wieder loß gemacht wird.

§. 141. innen noch weich iſt, gar leichte Lufft darzwiſchen kommen kan. Als ich ſolchergeſtalt das Glaß wegnahm, ſo ſahe man, daß es die Lufft durch den gantzen Teig durch bis an den Mörſer gedruckt hatte und demnach der Teig bloß hinderte, daß die Lufft nirgends, wo das Glaß nicht feſte aufſtund, durchkommen konnte. Unerachtet aber der Teig auſſer dem Glaſe gantz trocken worden war und eine harte Rinde bekommen hatte, ſo war er doch unter dem Glaſe gantz feuchte und weich, nicht anders als wenn er jetzt friſch wäre eingemachet worden: welches uns künfftig zu andern Verſuchen Anlaß geben wird. Man ſiehet nemlich, daß in verdünneter Lufft die Sachen nicht ſo ſtarck ausdünſten, als wie in der dichten und freyen.

Was der Teig eigentlich nützet.

Zufällige Anmerckung und ihr Nutzen.

Wie viel die Lufft durch brennenden ſpiritum vini verdünnet wird.

§. 142. Damit man nun augenſcheinlich ſehen möchte, daß ſich die Lufft durch die Flamme des entzündeten ſpiritus vini, welche ich bey dem vorhergehenden Verſuche gebrauchet, ſo viel verdünnen läſſet, als nöthig iſt, wenn Glaß und Mörſer ſo feſte an einander hangen ſollen, daß ſich der Mörſer durch ſeine Schweere davon nicht loßreiſſen kan; ſo habe ich es auf folgende Weiſe verſuchet. Ich habe den meßingenen Teller AB von der Lufft-Pumpe abgeſchraubet und auf einen Hahn C wiederum aufgeſchraubet. Auf den Teller habe ich gewöhnlicher Weiſe ein naſ-

Tab. XIV. Fig. 84. Beſchreibung des Verſuches.

nasses Leder geleget (§. 80.), damit sich die Glocke andrucken liesse und nirgends an dem Rande von aussen Lufft darunter kommen konnte. Nach diesem habe ich die Glocke D, welche in einen meßingenen Rand eingefasset ist (§. 140.), über den in dem viereckichten Gefäßlein von Bleche entzündeten spiritum vini dergestalt wie vorhin (§. 141.) das Wein-Glaß gehalten, auch nicht eher weggenommen, als bis sie so heiß ward, daß man sie nicht mehr bequem halten konnte, wie ich es vorhin (§. cit.) mit dem Wein-Glase gemacht hatte. So bald ich sie von der Flamme des spiritus vini wegnahm, druckte ich sie an den Teller an vermittelst des meßingenen Randes, der über das Glaß etwas hervor gieng und nicht so warm worden war als die Glocke. §. 142.

Damit ich auch destomehr versichert war, daß von aussen keine Lufft unter die Glocke kommen könnte, indem ich sie wieder kalt werden ließ; goß ich auf den Teller, welcher zu dem Ende einen erhabenen Rand hat, rings herum Wasser, als wodurch die Lufft nicht kommen kan. Da nun die Glocke sich abgekühlet hatte, daß man mit der Hand keine Wärme verspürete, von dem äusseren Wasser aber nichts in die Glocke hinein gedrungen war, welches zu geschehen pflegt, wenn sie nicht überall feste genung auf dem Leder aufstehet; so nahm ich eine Vorsichtigkeit im Versuchen.

Schüs-

§. 142. Schüssel mit Wasser, setzte den Hahn darein und eröffnete ihn. Kaum konnte ich den Hahn C eröffnen, so sprung das Wasser durch die Eröffnung der Röhre F, die ich auf den Teller geschraubet hatte, bis oben an die Glocke hinein und, nachdem dieses eine kleine Weile gewähret, sahe man es nur durch gedachte Eröffnung langsam hinein quellen. Als kein Wasser mehr hinein kam, und ich dessen Höhe genau abzumessen mich bemühete, fand ich daß es etwas mehr als den fünfften Theil hoch stand und, da die Glocke bey nahe einerley Weite ist, ausser daß der meßingene Ring inwendig einen weiteren Raum als sie hat, solchergestalt den fünfften Theil von dem Raume unter der Glocke erfüllete. Als ich die Glocke von der einen Seite andruckete, von der andern aber ein wenig erhöhete, sahe ich daß einige Blasen Lufft durch das Wasser hinein fuhren, weil nemlich die Lufft unter der Glocke über dem Wasser nicht so dichte war als die äussere (§. 95.). Und demnach ist klar, daß die Lufft mehr als dem fünfften Theil durch die Flamme des entzündeten spiritus vini verdünnet worden. Derowegen da in dem vorigen Versuche mit dem Mörser die Lufft nicht weiter als den achten, ja wohl gar den neundten Theil verdünnet seyn dörffte, wenn das Wein-Glaß den Mörser erhalten solte (§. 141.); so siehet man augenscheinlich, daß

Lufft wird um den fünfften Theil verdünnet.

Wie dadurch die Ursache des vorigen Versuches bestetiget wird.

der

§. 142.

der Druck der äuſſeren Lufft zureichet Mörſer und Glaß ſo feſte mit einander zu vereinigen. Ja man ſiehet, daß ſich noch ein viel ſchweererer Mörſer durch eben dieſes aufheben lieſſe, auch wenn die Lufft nicht anders als durch die Flamme des ſpiritus vini und nicht mehr wie vorhin verdünnet würde. Denn da (§. cit.) das Wein-Glaß an den Mörſer mit der Krafft von 74 Pfunden und darüber gedrucket wird, die innere Lufft aber um den fünfften Theil ſchwächer iſt als die äuſſere (§. 125.); ſo könnte man einen Mörſer von 15 Pfunden dazu genommen haben und das Glaß würde ihn ſo wohl als den vorigen erhalten haben. Warum aber das Waſſer durch den Hahn unter die Glocke hinauf geſtiegen, darf hier nicht erſt insbeſondere erkläret werden. Ich habe ſchon erwieſen (§. 140.), daß wenn die Glocke wieder abgekühlet worden, es eben ſo viel ſey, als wenn man die Lufft unter ihr mit der Lufft-Pumpe verdünnet hätte. Wenn man in einem Gefäſſe durch die Lufft-Pumpe die Lufft verdünnet, und die Eröffnung ins Waſſer ſetzet; ſo ſpringet anfangs das Waſſer hinein, nach dieſem aber quillet es bloß hinein (§. 98.). Derowegen muß auch dieſes in gegenwärtigem Falle erfolgen. Es iſt wohl wahr, daß oben eine Kugel dazu gebrauchet worden: allein ich habe es auch zu anderer Zeit mit der Glocke gemacht. Und

Urſache deſſen, was der Verſuch zeiget.

kan

§. 142. kan man aus diesem Versuche ersehen, wie reine die Lufft aus der Glocke ausgepumpet worden: wie wohl man dabey auf die Verdünnung der Lufft über dem Wasser mit acht geben muß (§. 95.), welche aber in gegenwärtigem Falle nicht viel zu sagen hat.

Beschaffenheit der ausdehnenden Krafft der Lufft.

§. 143. Um destomehr zu erkennen, was die geringe Flamme des entzündeten spiritus vini, damit die Lufft unter der Glocke erwärmet worden, für Veränderung in ihr hervor bringet; habe ich in dasjenige Glaß, dessen Durchschnitt 95 Quadrat-Linien halt und darinnen ich die Lufft mit der Hand erwärmet (§. 137.), eine Röhre gekittet, die bey nahe oben an der Glocke anstieß und über dem Wasser, welches ich hinein gegossen hatte, 112 Scrupel hoch Lufft gelassen. Nachdem ich dieses Glaß AB mit der eingekütteten Röhre CD auf den Teller mit dem verschlossenen Hahne gesetzet hatte; habe ich die Lufft unter der Glocke wie vorhin (§. 142.) durch die Flamme des entzündeten spiritus vini erwärmet, und so bald die Glocke sehr heiß ward, über das Glaß gedecket. In einem Augenblicke stieg das Wasser durch die gantze Röhre in die Höhe und lief davon etwas weniges oben heraus. Nach diesem blieb es beständig stehen und gieng kein Tropffen weiter heraus, und geschahe demnach währender Zeit, daß die Glocke wie-

Beschreibung des Versuches.

Tab. VIII. Fig. 58.

derum

derum kalt ward, nicht die allergeringſte Veränderung. So bald die Glocke gantz abgekühlet war, daß man keine Wärme mehr mit der Hand verſpürete; eröffnete ich den Hahn unten an dem Teller und ließ von auſſen Lufft hinein. Da fiel nicht allein das Waſſer aus der Röhre CD in das Glaß AB völlig zurücke; ſondern es gieng auch einige Lufft hinein, welches man durch die Blaſen, die aus der Röhre kamen und durch das Waſſer im Glaſe durchfuhren, abnehmen konnte. Es iſt gewiß, daß ſo lange die Lufft unter der Glocke warm iſt, ihre ausdehnende Krafft gröſſer iſt, als wenn ſie wiederum kalt worden (§. 133.). Nun iſt ſie anfangs, wenn die Glocke über das Glaß mit der Röhre gedecket wird, wärmer als nach dieſem, wenn die Glocke wiederum kalt worden. Derowegen muß ſie der Lufft in dem Glaſe, welche über dem Waſſer verſchloſſen iſt, mehr widerſtehen im Anfange, wenn man die Glocke darüber decket, als nach dieſem, wenn ſie wieder kalt worden iſt. Je weniger die Lufft unter der Glocke der im Glaſe widerſtehet, je höher muß dieſe in der Röhre CD das Waſſer durch ihre ausdehnende Krafft treiben. Und demnach ſolle es am Ende des Verſuches höher ſteigen als im Anfange. Es findet ſich aber eben das Wiederſpiel: denn im Anfange laufft es gleich oben heraus, zu Ende

§. 143.

Urſache davon.

Was ſich hier für eine Schwierigkeit ereignet.

§. 143. Ende stehet es bloß in der Röhre stille. Man siehet demnach, daß die im Glase über dem Wasser eingeschlossene Lufft anfangs auch einige Veränderung von der Wärme leiden muß. Nemlich das Glaß und die Lufft darinnen ist kälter als die unter der Glocke erwärmete Lufft. Da nun aber die Veränderungen durch die Wärme, sonderlich in der Lufft, sehr schnelle sich ereignen (§. 134.); so kan man kaum die Glocke über das Glaß AB decken, und die Wärme fähret aus der Lufft unter der Glocke so wohl in das Glaß als die darinnen enthaltene Lufft. Weil nun die Lufft in dem Glase wärmer; die unter der Glocke aber kälter wird, welche mitlerweile auch dadurch Abbruch leidet, weil ein Theil der Wärme durch die Glocke in die äussere Lufft fähret: so wird die eingeschlossene Lufft stärcker, die in der Glocke aber schwächer (§. 133.). Es wird aber die eingeschlossene Lufft nicht allein durch die Wärme verstärcket, sondern ist auch schon vor sich stärcker, weil sie dichter ist, als die äussere (§. 81.). Und demnach sind zwey Ursachen, warum sie stärcker ist als die äussere unter der Glocke. Indem die Lufft unter der Glocke kälter wird, weil die Wärme durch die Glocke in die äussere fähret; so gehet auch die Wärme wieder aus der Lufft im Glase heraus und wird dieselbe kälter, folgends schwächer (§. 133.). Und dem-

Wie sie gehoben wird.

demnach kan es geschehen, daß, wenn gleich die ausdehnende Krafft der Lufft unter der Glocke stärcker ist, indem sie noch etwas warm, als wenn sie wieder gantz kalt worden ist, dennoch die Lufft in dem Glase stärcker als sie seyn kan, wenn ihre ausdehnende Krafft von der Wärme vermehret wird, als wenn sie bloß ihre ordentliche ohne diese Vermehrung hat. §. 143.

Ursache der übrigen Begebenheiten bey dem Versuche.

Wie Lufft wiederum von aussen durch den eröffneten Hahn unter die Glocke gelassen ward; wurde die Lufft so dichte wie die äussere und bekam daher auch mit ihr einerley ausdehnende Krafft. Da nun vorher die ausdehnende Krafft der im Glase eingeschlossenen Lufft und das Wasser in der Röhre zusammen der Lufft unter der Glocke die Wage hielt; so muste jetzt dieselbe stärcker seyn als die erwehnten beyden Kräffte zusammen und demnach muste das Wasser in der Röhre weichen und sich wieder in das Glaß hinein ziehen. Nun ward zwar dadurch die Lufft im Glase wiederum zusammen gedrucket und dadurch ihre ausdehnende Krafft verstärcket (§. 123.): jedoch weil etwas Wasser oben zur Röhre herausgelauffen war, so konnte die Lufft im Glase nicht wieder so dichte werden, als wie sie im Anfange war, unerachtet alles Wasser aus der Röhre sich hinein gezogen hatte. Weil nun aber die Lufft unter der Glocke nunmeh-

§. 143. ro so dichte war, wie anfangs die im Glase; so war auch nicht möglich, daß sie durch ihre ausdehnende Krafft der äusseren die Wage halten konnte, als bis eben so viel Lufft in das Glaß hinein kam, als Wasser heraus gelauffen war. Und aus dieser Ursache sahe man die Lufft durch die Röhre in das Glaß und daselbst durch das Wasser in den obern Theil des Glases dringen. Unterdessen siehet man auch hieraus, daß, wenn unter einer Glocke die Lufft durch Wärme verdünnet wird, zu Ende, da sie wiederum kalt worden, eben dergleichen Würckungen in der verdünneten Lufft sich ereignen, dergleichen man wahrgenommen, da wir die Lufft durch die Lufft-Pumpe ausgepumpet, ob zwar in einem geringern Grade (§. 99.), weil die Lufft hier nicht so dünne wie dort gemacht worden, und im Anfange mit einigem Unterscheide, den die Wärme verursachet.

Wie die Lufft unter der Glocke sich nach und nach abkühlet. Tab. VIII. Fig. 56. Beschreibung des Versuches.

§. 144. Ich habe auch unter die Glocke, nachdem ich die Lufft durch die Flamme des entzündeten spiritus vini erwärmet hatte, auf den Teller mit dem Hahne ein Glaß mit Wasser gesetzet und darein eine gläserne Kugel AB mit einer Röhre BC gestellet. In eben dem Augenblicke, da ich die Glocke über das Glaß gedecket, sind unten durch die Eröffnung der Röhre C viele Blasen hinter einander sehr geschwinde

§. 144.

de heraus gegangen. Nach dieſem kam immer erſt in einer guten Weile eine Blaſe nach der andern heraus und hielt es ſonderlich um die letzte ſehr ſchweer, ehe die Blaſe gantz heraus gieng und ſich von der Röhre abſonderte. Man erkennet aus demjenigen, was bey dem vorhergehenden Verſuche erinnert worden, daß die ausdehnende Krafft der in der Kugel eingeſchloſſenen Lufft aus einer doppelten Urſache ſtärcker worden, als die Krafft der Lufft unter der Glocke, nemlich einmahl weil die Lufft unter der Glocke dünner war, als die in der Kugel und die Wärme den Abgang der Krafft, welche ſie dadurch erlitten, nicht völlig erſetzet; darnach aber und hauptſächlich, weil die Lufft in der Kugel erwärmet worden. Derowegen iſt es kein Wunder, daß ſie ſich ſo ſchnelle ausgebreitet und daher ein Theil davon aus der Röhre heraus gegangen und durch das Waſſer in die Höhe geſtiegen. Nach dieſem iſt zwar die Lufft unter der Glocke kälter und dadurch ihre ausdehnende Krafft ſchwächer worden (§. 133.): allein weil auch zugleich die Wärme der Lufft in der Kugel wieder heraus fahren müſſen (§. 134.); ſo iſt auch ihre ausdehnende Krafft der Krafft der Lufft unter der Glocke nicht ſo ſtarck überlegen geweſen, als ſonſt würde geſchehen ſeyn, wenn ſie ſo warm verblieben wäre, als ſie im Anfange war. Da nun

Urſache davon.

§. 144. aus diesen Ursachen die ausdehnende Krafft der Lufft in der Kugel der Krafft der Lufft unter der Glocke wenig überlegen gewesen: so haben auch die Blasen gar langsam heraus fahren und sich von der Röhre absondern können. Unterdessen da sie durch das Wasser einmahl wie das andere in die Höhe steigen, die Lufft unter der Glocke mag starck, oder schwach darauf drucken; so sind auch die Blasen durch das Wasser schnelle durch gefahren, nachdem sie einmahl von der Röhre loß gewesen. Weil es aber eine gute Weile gedauret, ehe eine Blase auf die andere erfolget; so erkennet man daraus, daß die ausdehnende Krafft der Lufft in der Kugel über die in der Glocke langsam zugenommen, folgends da die Ursache ihrer Zunahme keine andere ist, als daß die Lufft unter der Glocke kälter worden, auch die Lufft ihre Wärme nach und nach verliere. Und indem wir insonderheit wahrgenommen, daß die Blasen gegen die letzte sehr langsam auf einander gefolget und über die massen schweer zugegangen, ehe sie sich von der Röhre loßreissen können: so können wir auch durch dasjenige, was erst gesaget worden, sehr wohl begreiffen, daß sonderlich um die letzte die Lufft ihre Wärme sehr langsam fahren lassen: woraus denn endlich folget, daß, je weniger die Lufft Wärme überflüßig hat, je längsamer sie dieselbe fahren lasse, und sie sich

Was aus diesem Versuche erfolget.

Lufft läßt die Wärme langsam fahren, wenn sie wenige hat.

§. 144.

sich demnach, wenn sie sehr heiß ist, anfangs geschwinde, nach diesem aber langsam abkühle. Als die Glocke wiederum kalt worden war, und ich den Hahn eröffnete, daß die Lufft von aussen hinein dringen konnte: stieg das Wasser aus dem Glase BC behende in die Kugel AB und erfüllete nicht allein die gantze Röhre, sondern stund auch in der Kugel 5 ½ Linie hoch, unerachtet der Diameter der Kugel kaum 14 Linien groß war. Wenn wir erwegen, daß, so bald die Lufft unter der Glocke kalt worden, es eben so viel ist, als wenn man sie durch Auspumpen verdünnet hätte (§. 140.), das Wasser aber alsdenn aus dem Glase in die Kugel getrieben wird, so bald man wiederum Lufft von aussen hinein läßet (§. 97.); so werden wir auch verstehen, daß solches hier gleichfalls erfolgen müssen und auf eben die Art alles zugegangen, wie ich es dort erkläret habe. Indem wir uns besinnen, daß in die Glocke nur der fünffte Theil Wasser gestiegen, als die Lufft unter ihr durch den spiritum vini war verdünnet worden (§. 142.); so dörffte es uns wundern, daß hier so viel Wasser in die Kugel gestiegen, denn wir solten meinen, es könnte nach Proportion nicht mehr Wasser in die Kugel aus dem Glase als durch den Hahn unter die Glocke steigen. Allein es ist zu mercken, daß man anfangs die Proportion des Wassers zu

Fortsetzung des Versuches.

Ursache dessen, was erfolget.

Schwierigkeit wird gehoben.

§. 144. der Lufft in der Kugel nicht aus den Höhen abnehmen kan, wie in der Glocke, die durchaus von einerley Weite ist. Darnach ist auch eben nicht gewiß, ob durch den entzündeten spiritum vini die Lufft unter der Glocke einmahl so sehr verdünnet worden, als das andere. Ja es kan auch die Lufft unter der Glocke wärmer seyn als die in der Kugel, oder einmahl sich mehr abgekühlet haben als das andere. Und dannenhero darf uns hierdurch kein Zweiffel gemacht werden.

Wie man im Nothfalle die Lufft ohne die Lufft-Pumpe zu verdünnen hat.

§. 145. Weil aus denen (§. 142. 143. 144.) angeführten Versuchen erhellet, man könne auch unter einer Glocke, da die Lufft durch ein wenig angezündeten spiritum vini verdünnet worden, diejenigen Versuche in etwas anstellen, wodurch die Eigenschafften der Lufft erläutert werden: so siehet man augenscheinlich, wie man die meisten Eigenschafften der Lufft, auch wenn man keine Lufft-Pumpe hätte, doch durch eben dergleichen Versuche zeigen könnte, als man mit der Lufft-Pumpe anzustellen pfleget. Und wenn man Lust hätte auch auf diese Weise alles noch mit grösserem Fortgange zu zeigen, würden sich gleichfalls Mittel und Wege dazu an die Hand geben. Z. E. aus einer Kugel lässet sich die Lufft durch glüende Kohlen gröſten theils heraus treiben. Wenn man so eine Kugel wieder kalt werden

den läſſet (man kan aber auch Mittel erdencken ſie bald abzukühlen); ſo iſt es eben ſo viel, als wenn man die Lufft ausgepumpet hätte (§. 142.). Schraubet man nun dieſe Kugel an den Teller, darauf die Glocke ſtehet, und eröffnet den Hahn; ſo kan man die Lufft unter der Glocke um die Helffte, um zwey Drittheile und noch mehr gleich auf einmahl verdünnen. §. 145.

§. 146. Damit ich endlich auch zeigen möchte, was die ausdehnende Krafft vermag, wenn ſie durch die Wärme vermehret wird und ihr etwas wiederſtehet, daß ſich die Lufft nicht ausbreiten kan: ſo habe ich eine dicke gläſerne Kugel genommen, darein ein wenig ſpiritum vini oder Eßig gegoſſen, und oben die Mündung feſte verküttet. Ich habe nemlich ein Stücke Gorck in den Hals der Kugel feſte hinein geſtoſſen und es der Mündung gleich abgeſchnitten. Nach dieſem habe ich es mit warmem Peche umgoſſen und ein Stücke Blaſe darauf gedrucket. Die Blaſe habe mit Bindfaden feſte angezogen und ferner damit nicht weniger feſte umwunden, auch vielmahl verſchlungen. Endlich habe ich es noch einmahl, ſo weit als die Blaſe gegangen, überpicht und einige Stunden ſo liegen laſſen, daß das Pech recht harte worden. Warum ich ſo viele Weitläufftigkeiten gebrauchet, iſt die Urſache dieſe geweſen, weil

Wie die erwärmete Lufft Kugeln zerſprenget.

Vorſichtigkeit im Verſuchen.

§. 146. ich zu unterschiedenen mahlen erfahren, daß, wenn der Gorck bloß verpicht, die Mündung aber nicht verbunden worden, die Lufft durch ihre ausdehnende Krafft, welche durch die Wärme vermehret worden, den Stöpsel heraus gestossen, indem das Pech weich worden, und der Lufft einen Ausgang aus der Kugel verstattet. Nun ist zwar wahr, daß man die Eröffnung mit einem festen Kütte verwahren könnte, der im Feuer nicht fliesset: allein ich habe zu diesem einigen Versuche nicht erst einen besondern Kütt machen wollen. Nachdem ich nun die Kugel genung verwahret, daß keine Lufft heraus kommen konnte, auch der Stöpsel schweerer heraus zu stossen war, als die Kugel selbst zu zersprengen; so habe ich sie auf eine starcke Glut glüender Kohlen geleget und etwas bey Seite gesetzet, damit, wenn die Kugel zerspringen solte, man nicht Schaden davon nehmen möchte. Als die Kugel eine Weile auf den Kohlen gelegen; ist sie mit einem grossen Krachen zersprungen und zwar ist das Krachen um so viel grösser gewesen, je stärcken die Kugel im Glase war und je schweerer es hergieng, ehe sie zerspringen konnte. Ich habe auch einmahl eine Kugel, die doch aber eben nicht dicke war, ohne eine flüßige Materie hinein zu giessen, gantz leer, jedoch oben feste verwahret, auf glüende Kohlen geleget und gefunden, daß unten, wo

Behutsamkeit.

Warum man in die Kugel etwas flüßiges geußt.

wo sie auf den Kohlen auflag, die Lufft §. 146.
heraus fuhr und nur ein kleines rundes Löchlein machte: woraus zu ersehen, daß daselbst das Glaß auf der Glut der Kohlen angefangen zu schmeltzen und die Lufft, welche durch ihre ausdehnende Krafft starck gedrucket (§. 133.), das weiche Glaß daselbst durchbohret und das kleine Löchlein gemacht, wodurch sie nach diesem heraus fahren können und daher die Kugel nicht zersprenget. Und demnach siehet man hieraus, daß man nicht mehr Wasser, spiritus vini oder Eßig ꝛc. hinein giessen darf, als bis unten im Boden derjenige Theil bedecket ist, welcher auf den Kohlen aufliget, indem das Glaß anfangs nicht weiter schmeltzen kan, als es von den glüenden Kohlen berühret wird. Es hindert also die flüssige Materie, daß das Glaß nicht schmeltzen kan. Ob aber auch dadurch zugleich die ausdehnende Krafft der Lufft vermehret wird, oder nicht; lässet sich aus diesen Versuchen nicht wohl ausmachen: daher wir es zu weiterer Untersuchung ausgesetzt seyn lassen. Da es gleich viel ist, ob die Krafft der Lufft durch die Wärme, oder das Zusammendrucken verstärcket wird, in so weit man auf weiter nichts als auf ihre Grösse siehet, und oben schon erkläret worden, wie die Lufft, indem man sie starck zusammen drucke, gläserne Kugeln zersprenWie viel darein nöthig.

Ursache des Versuches.

§. 146.

gen kan (§. 128.): so ist nicht nöthig hier von neuem zu zeigen, wie die erwärmete Lufft dergleichen verrichtet. Unterdessen da man siehet, daß die Lufft, welche in der Kugel erhitzet worden, mit so grosser Gewalt sich auszubreiten trachtet, daß sie auch starcke Kugeln zersprenget; so ist leicht zu erachten, wie schnelle sie durch die andere Lufft durch fahren muß, indem die Kugel springet und ihr Raum giebet sich auszubreiten. Und zwar begreifft man, daß die Lufft desto schneller sich ausbreiten muß, je schweerer es ihr wird die Kugel zu zersprengen, in diesem Falle aber die ausdehnende Krafft desto grösser seyn muß, von welcher Ursache auch die Geschwindigkeit herkommet, damit sie sich ausbreitet. Nun nimmet man das Krachen wahr, so bald die Lufft heraus fähret und ist dasselbe um so viel stärcker, je heisser die Lufft werden muß, ehe sie die Kugel zersprengen kan und je geschwinder sie sich demnach beweget. Derowegen erhellet, daß die Lufft durch ihre schnelle Bewegung dieses Krachen verursachet.

Schnelle Bewegung der Lufft.

Woher das Krachen kommet.

Das 6. Capitel.

Von der Lufft, die in denen Cörpern verborgen ist.

§. 147.

Wie man Versuche mit flüßigen Mat-

ICh habe schon oben beyläuffig angemercket (§. 88.), daß wenn die äus-

§. 147.

äuſſere Lufft, welche auf das Waſſer drucket, weggepumpet wird, das Waſſer voll Blaſen wird, ingleichen wenn es in eine Kugel hinein quillet, daraus man Lufft ausgepumpet (§. 98.) und bey andern Gelegenheiten mehr. Dieſes giebet uns Anlaß genauer zu unterſuchen, ob viel Lufft ſo wohl in flüßigen, als feſten Materien vorhanden ſey. Was die flüßigen Materien betrifft, ſo habe ich dazu zwey beſondere Gläſer gebrauchet, in Geſtalt eines Cylinders AB und ab. Das groſſe AB iſt 43 ½ Linien hoch, der Diameter im Lichten 9 Linien. Das kleine ab iſt 30 Linien hoch, der Diameter im Lichten 4 ½ Linien. Ich habe darüber eine gantz kleine Glocke CGD gedecket, die im Diameter CD unten 37 Linien, in der Mitten EF nur 22 Linien weit und 58 Linien hoch iſt, wiewohl ich auch unterweilen eine groſſe Glocke darüber gedecket, welches ich aber jedesmahl insbeſondere erinnern will. Die kleine Glocke habe ich nicht allein deßwegen genommen, damit ſich die Lufft bald auspumpen läſſet; ſondern auch, wie wir bald mit mehrerem vernehmen werden, alles, was man wahrzunehmen verlanget, ſich unter ihr viel ſchöner zeiget, als unter einer gröſſeren: welchen Unterſcheid augenſcheinlich zu zeigen ich hauptſächlich unterweilen eine gröſſere Glocke an

rien anzuſtellen hat, ob Lufft darinnen iſt.

Inſtrumente dazu.

Tab. XV. Fig. 85.

Fig. 86.

Warum man eine kleine Glocke dazu braucht,

ſtat

§. 147. Besonderer Umstand.

stat der kleinen genommen habe. Damit ich aber alles desto genauer sehen möchte, habe ich die Lufft-Pumpe dergestalt gegen das Licht gestellet, daß es durch das Glaß durch gefallen, und daher die flüßige Materie im Wasser recht helle und alles in ihr sichtbahr worden: welches absonderlich nöthig ist, wenn man nicht recht hellen Himmel hat. Ueberdieses habe ich die Versuche in einem Zimmer angestellet, wo ein freyer Zufluß des Lichtes sowohl von Morgen, als von Mittage ist.

Lufft in kalten Wasser. Tab. XV. Fig. 85.

§. 148. Den Anfang habe ich gemacht mit Wasser in dem grossen Glase AB, welches 17 Linien hoch darinnen stund: der übrige Raum von 26 ½ Linie war leer. Als der Stempel das erste mahl ausgezogen war und ich den Hahn der Lufft-Pumpe eröffnete, daß die Lufft unter der Glocke zum Theil in die Lufft-Pumpe fahren konnte (§. 80.); war keine Veränderung im Wasser zu sehen. Bey dem andern Zuge zeigten sich durch das gantze Wasser kleine subtile Bläselein, die man nur gegen das Licht zu sehen vermochte, und die bloß durch die weisse Farbe sich von dem Wasser unterschieden, indem sie nur wie runde Stäublein oder Körnlein aussahen. Sie stiegen in dem Wasser, jedoch sehr langsam in die Höhe. Bey dem dritten Zuge kamen etwas grössere Blasen, die durch das Wasser in die Höhe

Wie sie sich bey dem Auspumpen nach und nach zeiget.

§. 148.

he stiegen. Es hatten sich aber von den ersten subtilen einige hin und wieder an die innere Fläche des Glases angehänget, dieselben wurden nun grösser und übertraffen an Grösse gar mercklich diejenigen, welche erst jetzt von neuem in dem Wasser aufstiegen. Ich habe zwar sonst die Glocke, welche über das Glaß gedecket war, auf drey Züge gantz ausgepumpet: allein weil dieses mahl der Stempel nicht bey jedem Zuge so weit war heraus gezogen worden, als er sich ordentlicher Weise im Auspumpen heraus winden lässet, so war noch etwas Lufft bey dem vierdten Zuge übrig, die dadurch ausgepumpet ward. Als dieses geschahe, wurden die Blasen, welche sich angehängt hatten, noch grösser und stiegen in die Höhe. Es kamen aber auch von neuem andere aus dem Wasser heraus und zwar häuffiger als vorhin, stiegen auch geschwinder als die bey den vorigen Zügen in die Höhe, jedoch waren sie kleiner als diejenigen, welche sich an das Glaß angehänget hatten und nun vergrösserten, auch geschwinder als die andern durch das Wasser durchfuhren. Ich habe schon oben angemercket, daß, wenn man nicht mehr verspüret, daß einige Lufft aus der Glocke ausgepumpet wird, dennoch unter der Glocke sich noch Veränderungen ereignen (§. 83.). Derowegen habe ich auch hier mit Auspumpen angehalten und be-

Warum der Autor im Auspumpen angehalten, da man keine Lufft mehr verspüret.

§. 148. befunden, daß auch auf den fünfften Zug von neuem Blasen heraus kommen und schneller als vorhin in die Höhe gestiegen. Ich habe öffters das Wasser eine lange Weile unter der ausgeleereten Glocke stehen lassen, aber nicht erwarten können, daß keine Blasen mehr aufstiegen. Daß die Blasen, welche durch das Wasser und aus ihm aufsteigen, nichts anders als Lufft sind, darf man keinesweges zweiffeln. Wir haben ja gesehen, daß, wenn die Lufft aus einem Glase heraus fähret und durch das Wasser durch steiget, solches in Gestalt kleiner Blasen geschiehet (§. 97. 144.). Und wir werden bald aus den Umständen des gegenwärtigen Versuches zeigen, daß diese Blasen solche Lufft sind als wie unsere Lufft, darinnen wir leben und Athem hohlen. Es ist wohl wahr, daß die Blasen nicht allein Lufft sind; sondern vielmehr von der Lufft aufgeblasenes Wasser: allein wir sehen hier mehr, wenn wir von den Blasen reden, auf diejenige flüßige Materie, welche innerhalb dem Wasser Blasen formiret und in diesen Blasen enthalten ist, als auf das Wasser, welches das Häutlein der Blase abgiebet. Denn diese Materie gehet eigentlich weg, wenn die Blasen oben an der Fläche des Wassers verschwinden, das Wasser aber bleibet zurücke. Es zeiget demnach gegenwärtiger Versuch, daß Lufft aus dem Wasser gehet.

Daß die aufsteigende Blasen Lufft sind.

Wenn

§. 148. Lufft breitet ſich im Waſſer aus, wenn daſſelbe weniger gedruckt wird.

Wenn man die Lufft aus der Glocke auspumpet, ſo wird ſie dadurch dünner (§. 80.) und ihre ausdehnende Krafft geringer (§. 81.). Derowegen drucket ſie nicht mehr ſo ſtarck auf das Waſſer als anfangs, da ſie eben ſo dicke wie die äuſſere war. Da nun zu ſelbiger Zeit die Lufft aus dem Waſſer heraus gehet und Blaſen formiret; ſo erkennet man, daß die Lufft innerhalb dem Waſſer weniger gedrucket wird, wenn das Waſſer nicht ſo ſtarck gedrucket wird, und ſich weiter ausbreitet, indem ſie weniger gedrucket wird. Ja weil die Blaſen, welche ſich an das Glaß angehänget, immer gröſſer werden, je weniger das Waſſer durch die ausdehnende Krafft der Lufft unter der Glocke gedrucket wird; ſo ſiehet man ferner, daß die Lufft, welche im Waſſer iſt, ſich immer weiter ausbreitet, je weniger ſie gedrucket wird. Und demnach hat die flüßige Materie, welche aus dem Waſſer gehet, eben eine ſolche ausdehnende Krafft, als wie unſere Lufft, darinnen wir leben und Athem hohlen (§. 80. 81.), und eben daraus erhellet, daß ſie mit unſerer Lufft einerley ſey, iſt auch nicht nöthig, daß man durch andere Verſuche erſt ſolches zu zeigen ſich bemühe. Wir haben vorhin geſehen, daß die Blaſen, welche bey den vorhergehenden Zügen ſich an das Glaß gehänget, bey den folgenden viel gröſſer werden als die anderen, welche erſt alsdenn

Lufft im Waſſer iſt mit unſerer einerley.

§. 148.

denn von neuem aus dem Wasser steigen. Und daher ist klar, daß in ihnen mehr Lufft seyn muß, als in denen übrigen. Woraus denn ferner die Ursache erhellet, warum einige Lufft eher aus dem Wasser heraus gehet, als die übrige, nemlich weil mehrere in einem Raume bey einander ist. Daß aber die mehrere Lufft gleichwohl anfangs viel weniger Raum einnimmet, als nach diesem die wenigere, und daher kleinere Blasen formiret, kommet einig und allein daher, daß, da anfangs die ausdehnende Krafft der Lufft unter der Glocke, welche auf das Wasser drucket, stärcker ist als nach diesem, wenn die Lufft mehr verdünnet worden (§. 81.), ihnen grösserer Wiederstand geschiehet und dadurch gehindert wird, daß sie sich nicht so viel ausbreiten können: denn die nachkommende Blasen werden anfangs gar nicht sichtbahr, weil die Lufft, die sie formiren soll, sich wegen des ihr noch unüberwindlichen Druckes der äusseren Lufft auf das Wasser und des Wassers selber noch nicht ausbreiten kan. Wenn auch das Wasser voll Blasen ist, verschwinden sie auf einmahl, wenn man wieder Lufft hinein lässet, weil dadurch die Lufft, welche sie formiren soll, durch die Lufft von aussen zusammen gedrucket wird, als welche ihren Druck durch das Wasser fortsetzet (§. 111.). Ich habe nach diesem das kleine Gläselein ab genom-

Warum einige Lufft eher aus dem Wasser gehet, als die übrige.

Warum mehrere Lufft einen geringen Raum einnimmet.

Tab. XV. Fig. 85.

§. 148. Warum der Autor dieſen Verſuch noch auf andere Art angeſtellet, und was ſich für ein Unterſcheid gezeiget.

kommen und halb voll Waſſer gegoſſen: in welchem ſich alles viel beſſer als vorhin gezeiget. Denn gleich auf den erſten Zug war das Waſſer voll kleiner Bläſelein, daß dadurch die Durchſichtigkeit des Waſſers gehindert ward. Dieſe Bläſelein hiengen ſich rings herum gantz dichte an das Glaß an, daß faſt kein Ort zu ſehen war, wo ſich nicht eines angeſetzet hatte. Nach dem andern Zuge worden die Bläſelein gar merklich gröſſer, jedoch eben nicht eine ſo groß als die andere. Einige davon riſſen ſich loß und ſtiegen durch das Waſſer in die Höhe. Zu eben der Zeit fuhren neue Blaſen überall aus dem Waſſer heraus, die aber gar ſehr viel kleiner waren, auch ſich viel langſamer bewegten: öffters geſchahe es, daß, wenn eine groſſe Blaſe ſchnelle durch fuhr, die kleinen davon, welche aus dem Waſſer von neuem aufſtiegen, nicht allein zur Seite geſtoſſen worden, ſondern auch gar nieder, wiewohl ſie in beyden Fällen, ſo bald die gröſſere Blaſe weg war, ſich bald wieder in ihren vorigen Ort begaben und von dar ferner durch das Waſſer aufſtiegen, als vorher würde geſchehen ſeyn, wenn ſie in ihrer Bewegung nicht wären gehindert worden. Auf den dritten Zug wurden die angehängeten Blaſen noch gröſſer und riſſen ſich gröſten Theils loß, oben aber an dem Waſſer zerſprungen ſie wie alle übrigen. Eini-

§. 148. ge von ihnen wurden nicht ſo groß und blieben hängen; aus dem Waſſer ſtiegen kleinere in der Menge in die Höhe und dieſes währete ſofort, auch da keine Lufft mehr weiter auszupumpen war. Da ich dieſen Verſuch vielfältig und zu gantz verſchiedenen Jahres-Zeiten, auch bey gantz verſchiedenen Witterungen, angeſtellet; ſo habe befunden, daß einmahl nicht ſo viel Lufft heraus gehet als das andere, auch zu einiger Zeit die Blaſen nicht ſo groß ſind wie zu der andern: welches ſonder Zweiffel der verſchiedenen Wärme zuzuſchreiben iſt, wodurch die Lufft gar ſehr verändert wird (§. 133.), wie ſichs nach dieſem klärer zeigen ſoll. Unterweilen, wenn es etwas warm geweſen, ſind groſſe Blaſen ſo häuffig über das gantze Waſſer aufgeſtiegen, daß es nicht anders anzuſehen geweſen, als wenn es zu ſieden anfangen wolte, dergleichen ſich doch aber dieſes mahl nicht gezeiget. Zu anderer Zeit habe wenige, oder gar keine Blaſe aus dem Waſſer aufſteigen ſehen. Zu der Zeit, wenn das Waſſer gleichſam zu ſieden angefangen, habe ich auch daſſelbe in ein breites Bier-Glaß gegoſſen und es hat ſich darinnen alles ſehr wohl gezeiget, da hingegen zu anderer Zeit darinnen wenig oder gar nichts wahrzunehmen geweſen und ich die kleinen langen Gläſer ungemein beſſer befunden.

Was der Unterſcheid der Jahrs-Zeiten dazu thut.

§. 149.

§. 149. Nach dieſem habe ich friſchen Urin in das groſſe Glaß AB eingelaſſen, bis er 17 Linien hoch darinnen ſtund, und das Glaß damit auf den Teller der Lufft-Pumpe geſetzet. Als ich den Stempel heraus gezogen und den Hahn das erſtemahl eröffnet hatte; ſtiegen gleich kleine Bläſelein aus dem Urin herauf, die man wegen ihrer Kleinigkeit anfangs kaum ſehen konnte. Auf den anderen Zug kamen gröſſere, die ſich oben ſetzten und ſtehen blieben. Auf den dritten Zug ſtiegen noch gröſſere Blaſen in die Höhe und zwar ſehr ſchnelle hinter einander, über die gantze obere Fläche des Urins, nicht anders als wenn er zu ſieden anfangen wolte. Auf den vierdten Zug wurde faſt der gantze Urin in lauter groſſe Blaſen aufgelöſet und ſtieg bis oben an das Glaß, lief auch daſelbſt gröſten theils heraus. Unerachtet ich nun nicht verſpürete, daß mehr Lufft aus der Glocke heraus gieng, ſo hörete ich doch nicht auf zu pumpen, weil mir bekannt war, daß durch ferneres Pumpen auch noch in dieſem Falle etwas veränderliches ſich hervor bringen läſſet. Und es geſchahe auch hier: denn auf den fünften Zug entſtunden ſehr groſſe Blaſen, die faſt nach der Breite den gantzen Raum des Glaſes einnahmen und ſich bis oben an das Glaß in die Höhe huben, aber doch nicht heraus giengen. Unerachtet aber vorhin der Urin in Geſtalt lauter

§. 149. Lufft im Urin. Tab. XV. Fig. 85.

§. 149. Blasen aus dem Glase heraus gelauffen war; so waren doch diese unten auf dem Leder des Tellers alle zersprungen und der Urin wieder zusammen geflossen. Es stiegen aber bey fernerer Auspumpung der Lufft, auch da nichts mehr auszupumpen vorhanden war, beständig hier und dar Blasen auf, die aber alle bald wieder zersprungen. Auf den sechsten Zug kamen nur einige wenige, aber gar sehr grosse Blasen, die das Glaß nach seiner Weite nicht fassen konnte, nach einander heraus, die aber gleich wieder zersprungen, ehe eine nachfolgete. Als ich die Lufft wieder hinein gelassen hatte und das Glaß unter der Glocke wegnahm, stund der Urin im Glase nur noch $5\frac{1}{2}$ Linien hoch, und waren demnach $\frac{2}{3}$ davon heraus gelauffen (§. 239. Geom.). Ich wolte nach diesem versuchen, ob sich unter einer grossen Glocke einiger Unterscheid ereignen würde. Zu dem Ende ließ ich von neuem frischen Urin in eben dieses Glaß, wiewohl etwas mehr als vorhin. Im Anfange sahe man gar keine Lufft aus dem Urine heraus kommen: als aber die Lufft unter der Glocke fast ausgepumpet war, ward das Glaß über dem Urin auf einmahl voller Blasen, davon auch einige heraus traten. Als ich mit Auspumpung der Lufft aus der Glocke noch anhielt; blieb das Glaß über dem Urin noch voller Blasen, die auch ziemlich groß worden, aber

Unterscheid, der sich nach der verschiedenen Grösse der Glocke ereignet.

aber sich nur auf und nieder bewegeten, keinesweges mehr oben heraus traten. Zuletzt kam eine Blase, die das gantze Glaß nach der Weite erfüllete. Als ich wieder Lufft hinein ließ, verschwunden alle Blasen, die über dem Urin noch stunden und als ich die Höhe des Urins im Glase von neuem maaß, fand ich, daß nur 1½ Linien hoch heraus gelauffen war. Unter der kleinen Glocke waren 5½ Linien heraus gelauffen und demnach fast viermahl so viel als unter der grossen: woraus man ersiehet, daß die Lufft häuffiger heraus gehet, wenn die unter der Glocke geschwinde verdünnet wird, als wenn es nur langsam und nach und nach geschiehet. Endlich ließ ich zum drittenmahle frischen Urin in das grosse Glaß AB und zwar eben so viel, als das erste mahl, und ließ ihn eine Zeitlang stehen bis er gantz kalt ward. Als ich ihn unter die kleine Glocke brachte und die Lufft gantz reine auspumpete, wolte sich fast gar keine Veränderung im Urine zeigen, ausser daß zuletzt einige wenige Blasen, nur eintzeln nach einander aufstiegen. §. 149.

Grund von dem gegenwärtigen Versuche.

Ich weiß mich zu besinnen, daß zu anderer Zeit, wenn der Urin noch länger gestanden, nicht die geringste Blase heraus gegangen. Wer dasjenige erweget, was bey dem vorhergehenden Versuche mit dem Wasser (§. 148.) ausführlich beyge-

§. 149. bracht worden; der wird auch zur Gnüge von allem, was sich hier ereignet, richtigen Grund anzeigen können. Unterdessen siehet man, daß aus dem frischen Urine, der noch nicht gantz kalt worden ist (denn in einem so kleinen Glase bleibet er nicht lange recht warm) weit mehr Lufft heraus gehet, als aus dem Wasser. Woher nun dieses komme, werden wir nach diesem untersuchen. Daß aber anfangs nicht gleich der Urin voller Blasen wird als wie das Wasser, kommet wohl daher, weil er zeher ist und daher die Lufft ihn nicht so leicht von einander treiben kan, als das Wasser. Und aus dieser Ursache geschiehet es auch, daß die Blasen, welche aufsteigen, nicht so zerspringen, wie im Wasser, wenn sie die obere Fläche erreichen, sondern eine lange Weile unversehret stehen bleiben. Vielleicht werden sich auch einige nicht wenig darüber verwundern, daß, da aus dem nicht völlig abgekühleten, sondern noch in etwas warmen Urine, die Lufft so häuffig heraus gehet, aus dem kalten gar keine in die Höhe steiget: allein auch dieses wollen wir nach diesem genauer untersuchen und dasjenige, was wir erfahren, umständlich beschreiben.

Lufft im Blute.

§. 150. In das grosse Glaß habe ich einesmahls im Winter, da mir die Nase geblutet, Blut hinein gelassen, welches aber kaum

§. 156.

kaum den dritten Theil so viel Raum einnahm als der Urin und das Glaß an den warmen Offen gehalten, daß das Blut nicht gerinnen möchte. Als ich es unter die kleine Glocke auf die Lufft-Pumpe gebracht und die Lufft unter der Glocke weggepumpet; hat sich das Blut, als die Lufft fast gantz ausgepumpet war, auf einmahl erhoben, in lauter Blasen aufgelöset und ist oben gantz heraus gelauffen, ausser daß einige Blasen im Glase geblieben, die nach diesem, als ich Lufft hinein gelassen, wieder in Blut zusammen gefahren. Ich habe nach diesem warmes Blut, welches aus der Ader frisch gelauffen, in einem Glase unter die Glocke auf die Lufft-Pumpe gebracht und es hat sich alles eben so, wie mit dem vorigen zugetragen. Man siehet hieraus, daß viel Lufft im Blute ist. Denn wenn einige vorgeben wollen, daß die Lufft erst hinein komme, indem das Blut aus der Ader durch die Lufft durchspringet, so behaupten sie etwas, daß sie nimmermehr erweisen können. Vielmehr ist die Erfahrung wieder sie, wie ich bald mit mehrerem zeigen werde. Es ist eine gemeine Regel: Man soll nichts als einen Grund von etwas anderem annehmen, als dessen Richtigkeit man vorher erwiesen hat. Unterdessen handelt man doch beständig darwieder, weil man gerne mehr sagen will, als man weiß, und

Versuch mit Blute aus der Nasen,

und aus der Ader.

Ob die Lufft von aussen ins Blut kommet.

§. 150. das Vorurtheil noch nicht abgeleget, daß man von uns nicht fordern kan alles zu wissen: welches bisher niemand völlig abgeleget, als die Mathematici, welche erkennen, was sie nicht verstehen. Ich rede nicht von Anfängern der Mathematick, denn auch diese dünckeu sich unterweilen mehr zu seyn als sie sind: welches ein gemeiner Fehler der Anfänger in allen Sachen ist, wo sie nicht Wercke vor sich haben, die sie vor ihre Kräffte zu schweer erkennen müssen.

Lufft im spiritu vini.

§. 151. Als ich in das grosse Glaß spiritum vini goß, bis er 18 $\frac{1}{2}$ Linie hoch stund und die Lufft unter der Glocke gewöhnlicher Weise wegpumpete, hat sich vor dieses mahl folgendes ereignet. Es ist aber zuförderst zu mercken, daß der spiritus vini eben nicht der stärckeste war, auch schon über ein Viertel Jahr in einer Bouteille gestanden, die nur mit einem Gorck-Stöpsel verstopft war, der eben nicht gar zu gedrange hinein gieng. Ich habe den Stempel aus der Lufft-Pumpe niemahls völlig heraus winden lassen, daß, da die kleine Glocke, welche ich in diesen Versuchen brauche, auf das höchste in vier Zügen gantz rein ist, sie jetzund kaum in sechsen völlig ausgepumpet worden. Gleichwie ich aber schon öffters erinnert, daß ich mit Auspumpen angehalten, wenn auch gleich keine Lufft mehr heraus gegangen, so gar daß ich auch nicht einmahl den Hahn eröffnet,

Umstände des Versuches.

§. 151.

öffnet, wenn der Stempel zurücke gewunden worden; ſo habe ich auch hier bis zwölf mahl gepumpet, und hat ſich noch immer etwas veränderliches gezeiget. Als ich nun den Stempel das erſte mahl ausgezogen hatte und den Hahn eröffnete; ſtiegen gleich unzehlich viel kleine Bläßlein in die Höhe, die doch aber deutlicher zu unterſcheiden waren, als vorhin im Waſſer, daß man ihre runde Figur und durchſichtige Höhle gar wohl erkennen konnte, unerachtet ſie über die maaſſen ſubtil waren. Wir wiſſen, daß der ſpiritus vini nicht ſo dichte iſt wie das Waſſer und dannenhero denen Cörpern, die ſich in ihm bewegen, weniger wiederſtehet. Derowegen hat auch die Lufft die kleinen Bläſelein im ſpiritu vini beſſer aufblaſen können, als im Waſſer. Auf den andern Zug ſtiegen wiederum durch den gantzen ſpiritum durch Bläſelein in die Höhe, die aber gar viel gröſſer waren als die erſten, unerachtet auch ſie vor ſich noch gar kleine waren. Sie ſtiegen aber in nicht geringerer Menge auf als die erſten, jedoch fuhren ſie ſchneller als jene in die Höhe. Da der dritte Zug geſchehen war, wurden die Blaſen gar mercklich groß, ſtiegen faſt ſchneller als man ſehen konnte bis an die obere Fläche des ſpiritus im Glaſe und zerſprungen daſelbſt. Alsdenn ſahe es aus als wenn der ſpiritus vini anfienge zu ſieden und dau-

Erſte Veränderung die ſich gezeiget.

Urſache davon.

Andere Veränderung.

Dritte Veränderung.

§. 151.

rete ſo fort, bis der Stempel aus der Lufft-Pumpe heraus gezogen war und nun zum vierdten mahle der Hahn eröffnet ward. Alsdenn erhub ſich der ſpiritus auf einmahl in die Höhe in ſehr groſſen Blaſen, die nach der Breite zum Theil das gantze Glaß erfülleten und oben nach einander heraus treten wolten, jedoch daſelbſt zerſprungen, ehe ſie gantz heraus waren. Nach dem fünfften Zuge ſprützeten dieſe groſſe Blaſen bis oben heraus, welches auch nach dem ſechſten Zuge ſo fort gieng. Als der Hahn zum ſiebenden mahle eröffnet ward, ſtiegen anfangs dergleichen groſſe Blaſen, wie die vorigen bis oben an das Glaß und zerſprungen daſelbſt. Die aber hernach kamen, blieben immer weiter zurücke, ſo daß zuletzt nur eine nach der andern kam, und ſie nur halb aus dem ſpiritu heraus waren, indem ſie ſchon auf deſſen oberen Fläche zerſprungen. Ich habe mit Auspumpen nach dieſem noch immer angehalten, ob gleich keine Lufft mehr heraus gieng, bis endlich zuſammen zwölff Züge geſchehen waren, und es ſind noch immer eintzele groſſe Blaſen, die nach ihrer Breite das gantze Glaß einnahmen, heraus gefahren und zerſprungen. Unerachtet ich dieſen Verſuch gar vielmahl zu verſchiedenen Zeiten angeſtellet; ſo muß ich doch geſtehen, daß es niemahls ſo lange angehalten, wie dieſes mahl, ehe die Lufft aufgehö-

Vierdte Veränderung.

Letzte Veränderung.

ret

§. 151. Was zu anderer Zeit ſich ereignet.

ret heraus zu fahren. Es iſt der ſpiritus öffters auf den andern Zug in vollen Sieden geweſen, und oben bey nahe gantz heraus gelauffen, auf den dritten Zug ſind noch einige eintzele groſſe Blaſen nachkommen und dann iſt weiter nichts mehr erfolget. Ich gebe es hier ſchuld, daß der ſpiritus ſehr wäſſerig geweſen und die beſte Krafft verrauchet, weil er nicht recht verwahret worden. Als ich von dieſem ſpiritu, daraus die Lufft einmahl war heraus gegangen, etwas in dem kleinen Glaſe unter die Glocke brachte und von neuem die Lufft auspumpete; hat ſich weiter nichts veränderliches gezeiget, als daß bey dem dritten Zuge eine eintzige Blaſe in die Höhe ſtieg und bey dem vierdten eine groſſe bis oben an das Glaß fuhr und, als ſie daſelbſt zerſprang, der ſpiritus davon heraus ſprützete. Ich ließ nach dieſem in einem Löffel von eben dieſem ſpiritu, der von der Lufft war gereiniget worden, etwas über einem Kohlfeuer ein wenig warm werden, darüber ich auch das Glaß erwärmete, ehe ich ihn hinein goß; allein da die Glocke von der Lufft ausgeleeret ward, ereignete ſich nicht die geringſte Veränderung darinnen. Eben dergleichen habe ich mit dem Waſſer zu anderer Zeit wahrgenommen, daß, wenn die Lufft einmahl ausgepumpet geweſen, nach dieſem nichts von Lufft heraus gefahren, wenn man es von neuem

Daß aus Spiritu, der von Lufft gereiniget, ſich weiter keine heraus pumpen läſſet.

Eben dieſes gilt von dem Waſſer und andern flüßigen Materien.

§. 151. neuem an die Lufft-Pumpe gebracht. Ja ich habe eben dergleichen noch von gar viel andern flüßigen Materien erfahren. Und hieraus erhellet, daß, wenn gleich Lufft wieder von neuem zu der flüßigen Materie gelassen wird, daraus man sie einmahl herausgepumpet: dieselbe sich nicht so gleich wieder mit ihr vermenget. Ja da der spiritus vini gar aus einem Glase in das andere gegossen ward, wo sich die Lufft am allererſten wieder hätte vermengen können, hat man doch gefunden, daß solches nicht geschehen. Man darf sich aber dieses um so viel weniger befremden lassen, weil man siehet, daß, wenn man das Wasser und die Lufft mit Fleiß unter einander mischet, als wenn z. E. ein Glaß mit einer engen Eröffnung nicht voll gegossen und nach diesem geschüttelt wird, daß die Lufft sich in lauter kleine subtile Bläselein zertheilet und wie Saltz mit dem Wasser vermenget, die Lufft sich doch bald wieder von dem Wasser absondert, so bald man nemlich mit der Bewegung inne hält.

Lufft vermenget sich nicht gleich mit flüßigen Materien.

Besondere Observation davon.

Daß sich die Lufft nicht mit denen flüssigen Materien vermenget, indem sie durchfället.

§. 152. Damit ich nun aber desto gewisser zeigen möchte, daß sich die Lufft nicht mit denen flüßigen Materien vermenget, indem sie durchfället; so habe folgenden Versuch angestellet. Von dem spiritu vini, daraus die Lufft unter der leeren Glocke gegangen war, ließ ich durch einen kleinen Heber, dessen Diameter im Lichten kaum 4.

Scrupel

§. 152. Versuch mit Spiritu vini.

Scrupel hatte, welches noch viel weniger als eine halbe Linie ist, über 3 Zoll hoch Tropffen-weise in das kleine Gläselein fallen. Unerachtet dadurch die Lufft mit in den spiritum vini im Gläselein hinein geschlagen ward und man also hätte vermeinen sollen, daß mit solchen kleinen Tropffen sich die Lufft leicht vermischen solte, zumahl da vor sie Raum darinnen war, indem die Lufft, welche sich vorher darinnen aufgehalten hatte, nunmehro heraus war; so zeigete sich doch darinnen nicht die geringste Veränderung unter der Glocke, daraus die Lufft gepumpet ward, auch, indem sie von Lufft gantz ausgeleeret war, stiegen kleine Blasen daraus in die Höhe. Weil aus der kalten Milch, als ich sie unter die Glocke brachte und die Lufft gewöhnlicher Weise auspumpete, gar keine Lufft kommen wolte; so ließ ich von ihr, ehe ich sie unter die Lufft-Pumpe gebracht hatte, durch den vorigen Heber in einer Höhe von mehr als einem Schuhe in das grosse Glaß fallen, daß die Tropffen eine starcke Bewegung in der Milch verursachten, die bereits darinnen war, nachdem sich einige Tropffen gesammlet hatten. Als ich sie aber unter die Glocke brachte und die Lufft auspumpete, spürete man so wenig Veränderung darinnen als vorhin. Da nun die Milch von dem Geblüte kommet und eben eine dicke

Versuch mit Milch.

flüßi-

§. 152. Lufft vermischt sich nicht mit dem Bluze, das aus der Ader springet.

flüßige Materie ist, wie das Blut; so kan man leicht erkennen, daß die Meinung derer ungegründet sey, welche vorgeben wollen, die Lufft käme erst in das Geblüte, indem es aus der Ader durch die Lufft sprünge, oder aus der Nasen dadurch fället. Es ist wohl wahr, daß das Geblüte mehr leimicht ist als die übrigen flüßigen Materien und, man daher vermeinen möchte, als wenn die Lufft daraus nicht so leicht kommen könnte, indem sie sich einmahl darein verwickelt, wie aus denen übrigen Materien: allein man hat zu bedencken, daß die Lufft sich so wenig als mit den übrigen vermischen kan.

Grund des gegenwärtigen Versuches.

Denn lieber! was ist die Ursache, daß sie sich nicht mit denen übrigen flüßigen Materien, damit wir den Versuch angestellet, vermischet hat? Keine andere, als daß die Lufft nicht subtile genung getheilet worden: welches zur Gnüge sich begreiffen lässet. Denn es mag eine flüßige Materie durch die Lufft springen oder herunter fallen, so wird sie sie niemahls so subtile theilen und mit sich vermengen, als wie geschiehet, wenn wir sie in einem Glase mit Gewalt unter einander schütteln (§. 151.): massen wir in dem ersten Falle sie nicht so voller Bläselein sehen, als wie in dem andern. Diese Bläselein aber sind zu groß, als daß sie unter der flüßigen Materie bleiben könnten, massen sie in der groben Lufft, welche auf die flüßige Materie

§. 152.

terie drucket, eine solche Grösse haben, als sie sonst kaum bekommen, wenn die Lufft schon gar sehr verdünnet worden, indem sich unterweilen kaum bey dem dritten Zuge dergleichen Bläselein gezeiget. Wer diesen Versuchen noch nicht trauen will, kan es mit Blute selbst versuchen.

Warum aus einer flüßigen Materie mehr Lufft als aus der andern gehet.

§. 153. Vielleicht wird es einige wundern, daß aus Milch gar keine Lufft gehet, und werden dadurch auf die Gedancken kommen, als wenn keine darinnen wäre, auch daher aus dem erst (§. 152.) angeführten Versuche schlüssen, daß sich gar keine Lufft mit ihr vermische: gleichwie man überhaupt zu schlüssen pfleget, daß in einer flüßigen Materie, darinnen sich mehr Bewegung zeiget, als in einer andern, mehr Lufft enthalten sey, als in der andern, z. E. daß mehr Lufft im spiritu vini, als im Wasser anzutreffen. Allein da insonderheit der Urin hierinnen einen grossen Zweiffel machet, als aus welchem so viel Lufft und mit so grosser Bewegung gehet, wenn er warm ist, aber nicht die geringste, so bald er kalt worden (§. 149.); so hat man Ursache dieses genauer zu untersuchen. Und in der That sind drey Ursachen möglich, warum aus einer flüßigen Materie nicht viel Lufft heraus gehet. Die erste ist, wenn sich nicht viel Lufft darinnen befindet: die andere, wenn die Lufft sehr kleine getheilet ist, daß sie durch ihre ausdehnende

Wie ein Umstand eines Versuches zu andern Anlaß giebet.

Ursachen, welche der Lufft wiederstehen, wenn sie heraus gehet.

§. 153. nende Krafft den Wiederstand der flüßigen Materie nicht überwinden kan: die dritte, wenn die flüßige Materie zehe ist, daß ihre Theile fester zusammen halten und sich nicht so leicht von einander trennen lassen. Derowegen lässet sich nicht schlechterdinges schlüssen, daß in derjenigen flüßigen Materie viel Lufft enthalten sey, aus welcher viele heraus gehet und mehr als in einer anderen, daraus nicht so viel in die Höhe steiget. Und die andere Ursache kan es auch machen, daß nicht alle Lufft aus einer flüßigen Materie heraus gehet, sondern wohl noch mehr zurücke bleibet, als heraus gefahren, auch wenn keine mehr unter einer leeren Glocke aufsteigen will. Wir werden auch unten bey anderer Gelegenheit untersuchen und finden, daß es wahr sey, oder vielmehr daß würcklich in der Natur sich befinde, was wir hier bloß als möglich erkennen. Man kan auch aus diesen Gründen verstehen, warum sich oben einiger Unterscheid in verschiedenen flüßigen Materien gefunden. Z. E. aus dem spiritu vini ist die Lufft häufiger gegangen als aus dem Wasser (§. 148. 151.). Wir wissen aber daß der spiritus vini nicht so dichte ist, als wie das Wasser, und daher der ausdehnenden Krafft der Lufft nicht so starck wiederstehet, als das Wasser. Wir haben über dieses gefunden, daß aus dem spiritu vini gleich bey

Wie Unrichtigkeit im Schlüssen hier zu vermeiden.

Warum aus einer Materie mehr Lufft gehet, als aus der andern.

bey dem erſten Zuge und alſo, da die Lufft §. 153.
unter der Glocke noch nicht ſo ſehr verdünnet geweſen, auch noch mehr Wiederſtand gegeben, ſolche Blaſen heraus gefahren, als aus dem Waſſer erſt bey dem dritten Zuge kommen, und alſo, da die Lufft unter der Glocke gar viel dünner war, auch weniger wiederſtehen konnte (§. 148. 151.). Ja wir haben auch geſehen, daß, da die Lufft reine ausgepumpet geweſen, die Blaſen aus dem ſpiritu vini ungemein gröſſer aufgeſtiegen als aus dem Waſſer. Da nun hieraus erhellet, daß die Lufft in den Blaſen, die aus dem ſpiritu vini kommen, ſich mehr ausbreitet, als die in denen Blaſen, welche aus dem Waſſer aufſteigen; ſo muß auch ihre ausdehnende Krafft ſtärcker ſeyn als die ausdehnende Krafft der Lufft im Waſſer, und da man nicht wohl ſagen kan, daß die Lufft im ſpiritu vini wärmer iſt als die in dem Waſſer und (§. 133.) dadurch gröſſere Stärcke erhält, indem ſonſt die Lufft im ſpiritu vini entweder ſo ſichtbahr ſeyn müſte, als die kleinen Bläſelein, die ſich im Waſſer zuerſt gezeiget, oder viel kleiner als im Waſſer und daher ſich nicht mehr ausbreiten laſſen als die im Waſſer; noch auch daß das Waſſer ſich nicht ſo ſtarck ausdehnen laſſe als der ſpiritus vini, welches aus folgenden Verſuchen bald mit mehrerem erhellen wird, ſo müſſen die Thei-

§. 153. le der Lufft im ſpiritu vini gröſſer ſeyn als im Waſſer. Wir haben oben ferner wahrgenommen, daß der warme Urin ſolche Veränderungen gezeiget, wie der ſpiritus vini, hingegen aus dem kalten keine Lufft herauskommen, wie aus der Milch (§. 149.). Die Wärme pfleget nicht allein die ausdehnende Krafft der Lufft zu verſtärcken (§. 133.), ſondern auch, wie wir nach dieſem durch beſondere Verſuche zeigen werden, die flüßigen Materien dünner zu machen, daß ihre Theile nicht mehr ſo feſte an einander anliegen als wie vorhin. Und demnach erkennet man, daß die Lufft im Urine ſehr klein zertheilet ſey, und daher ihre ausdehnende Krafft nicht zureichet die Theile des Urines von einander zu ſtoſſen, als bis ſie durch Wärme verſtärcket worden. Ob aber auch dieſes mit was merckliches beyträget, daß die Wärme die Theile des Urins weiter von einander bringet, läſſet ſich jetzt eben noch nicht beſtimmen. Von der Wärme aber iſt bekannt, daß auch ein gantz geringer Grad derſelben eine merckliche Aenderung in der ausdehnenden Krafft der Lufft und zwar ſehr ſchnelle verurſachen kan (§. 134.). Und hierdurch bin ich bewogen worden zu ſchlieſſen, daß es nicht weniger Lufft in der Milch haben wird, als im Blute, nur daß ſie viel kleiner getheilet iſt als im Waſſer und daher nicht eher heraus

Würckung der Wärme in flüſſigen Materien.

Gegründete Muthmaſſungen dergleichen vor

heraus gehet, als bis die Milch ein wenig warm wird, als wie das Blut, wenn es unter der Glocke an der Lufft-Pumpe viel Lufft fahren läſſet. So habe ich auch vermeinet, daß aus dem Waſſer ſo groſſe Blaſen und mit ſo ſtarcker Bewegung heraus fahren würden als aus dem ſpiritu vini, wenn es nur ein wenig erwärmet und dadurch die ausdehnende Krafft der Lufft verſtärcket würde (§. 133.). Ja ich habe vermeinet, es würde auch der Urin wieder in den vorigen Stand geſetzet werden, daß er eben wiederum ſolche Veränderung in einem von Lufft ausgeleeretem Raume zeigete, als wie er noch warm war, wenn er wieder von neuem erwärmet würde.

§. 153. einem Verſuche vorhergehen ſollen.

§. 154. In dieſem Vertrauen habe ich die Verſuche vorgenommen, und bin in meiner Meinung nicht im geringſten betrogen worden. Ich goß demnach in einen groſſen Löffel, oder eine kleine Kelle, etwas Milch, ſo viel ich vordem Waſſer im groſſen Glaſe AB gehabt hatte und hielt ſie über die Wärme eines ſchwachen Kohlfeuers. Als ſie kaum laulicht worden war und ich ſie unter die Glocke bey der Lufft-Pumpe brachte; zeigete ſich auf den erſten und andern Zug keine Veränderung darinnen. Bey dem dritten war auch noch nichts zu ſpüren. Allein auf den vierdten Zug erhub ſie ſich wie vorhin der warme Urin (§. 149.)

Lufft in warmer Milch erwärmetem Urin und warmen Waſſer. Tab. XV. Fig. 85.

§. 154. und ſtieg in groſſen Blaſen gröſtentheils oben aus dem Glaſe heraus. Auf den fünften Zug kamen noch ſehr groſſe Blaſen heraus wie bey dem ſpiritu vini, die aber nicht mehr oben heraus giengen (§. 151.). Ich habe zu anderer Zeit die Milch wärmer gemacht, da ſie auch eher gleichſam zu ſieden angefangen und gantz heraus gelaufſen. Der gute Fortgang mit der Milch machte mir noch mehrere Hoffnung, daß es mit den übrigen flüßigen Materien gleichfalls angehen werde. Ich habe demnach Urin, der kalt worden war und daraus in einem von Lufft leerem Raume gar keine Lufft kommen wolte, wie vorhin die Milch kaum laulicht werden laſſen, ſo daß man mit dem Finger gar keine Wärme darinnen verſpüret, nur daß man auch keine Kälte gefühlet. Als ich ihn von neuem an die Lufft-Pumpe gebracht, iſt es eben ſo viel geweſen, als wenn er erſt friſch wäre heraus gelaſſen und noch nicht kalt worden. Ich weiß mich zu entſinnen, daß ich im Winter gantz kalten Urin in das Glaß gegoſſen und es nur eine gantz kleine Weile bey dem Ofen, wo die Wärme durch die eiſerne Platte herein drang, gehalten, und doch eben ſolche Veränderungen verſpüret, als erſt angemercket worden. Als ich kaltes Waſſer nicht wärmer werden ließ, als vorhin der Urin worden war; konnte man unter

Fortgang des Verſuches treibet zu mehreren an.

§. 154.

unter der Glocke, als die Lufft ausgepumpet ward, zwischen ihm und dem spiritu vini keinen Unterscheid verspüren. Ja wenn das Wasser nur recht laulicht war, lieff alles mit einander gantz zum Glase heraus.

Lufft im Biere.

§. 155. Ich habe nach diesem versuchet, wie sich das Bier unter der Glocke verhielte, wenn die Lufft ausgepumpet würde. Und zwar habe ich dazu das Bier genommen, welches in Löbgün aus Gerste gebrauet wird und ein dünnes, weisses, sehr leichtes Bier ist. Es ist bekannt, daß dieses Bier wenn es jung ist, nicht recht ausgejohren hat, indem die Jährung aber völlig vorbey, in etwas härtlich wird und nicht lange gut dauret. Wenn ich junges Bier genommen, so zwar reine ausgejohren, aber doch die Jährung nicht völlig zu Ende gebracht; so hat es gleich bey dem ersten Zuge einen milchichten Jäscht über das gantze Glaß in einer mercklichen Höhe gesetzet, auch wenn ich es in ein weites Bier-Glaß gegossen. Nachdem ich mit Auspumpung der Lufft angehalten, hat es sich gantz und gar in weisse Blasen, wie runde Perlen, aufgelöset, ist mit Macht in die Höhe und oben zu dem langen Glase gantz heraus gestiegen, auch ehe die Lufft gantz ausgepumpet gewesen. Wenn ich gantz rein ausgejohrnes Bier genommen, daß schon geschienen,

§. 155. als wenn es einen etwas härtlichen Geschmack bekommen wolte, jedoch noch im Einschencken schöne gemilchet: so hat es unter der Glocke, da die Lufft ausgepumpet worden, nicht milchen wollen, sondern so wohl im grossen, als im kleinen Glase, jedoch in diesem bey den gröſten Veränderungen etwas schlechter folgendes gezeiget. Ich hatte nemlich beyde Gläser auf einmahl unter die Glocke zugleich gesetzet, damit ich den Unterscheid desto besser mercken könte, wenn sich einer (wie auch geschehen) ereignen solte. Auf den ersten Zug kamen gleich sehr viel Blasen von einer ziemlichen Grösse überaus schnelle hinter einander in die Höhe gefahren, dergleichen aus dem Wasser kaum bey dem dritten Zuge aufzusteigen pflegen. Auf den andern Zug lösete sich ein Theil von dem Biere in lauter Blasen auf und erfüllete einen Theil des Glases: die Blasen aber sahen sehr wässerig aus. Dieses nahm noch weiter überhand bey dem dritten Zuge, bis endlich einige in dem grossen Glase bey dem vierdten Zuge oben heraus stiegen, dergleichen in dem kleinen Glase sich nicht ereignete. Nach dem fünfften Zuge huben sich die grossen Blasen nicht mehr recht und endlich nach dem sechsten sahe es nur aus, als wenn es über und über zu sieden anfienge: ja in dem kleinen Glase stiegen gar nur hin und wieder eintzele Blasen

nach

§. 155.

nach einander auf, die bald verschwunden, wenn sie die obere Fläche des Bieres erreichten. Hieraus siehet man, daß, wenn das Bier noch in der Jährung ist, die Lufft darinnen eine stärckere ausdehnende Krafft hat, als wenn die Jährung völlig vorbey ist. Weil auch alsdenn die Blasen milchicht und nicht durchsichtig aussehen; so kan man daraus nicht undeutlich abnehmen, daß noch kleinere Bläselein, die man aber mit blossen Augen nicht unterscheiden kan, innerhalb dem Biere, daraus die grössere Blase gebildet ist, in unzehliger Menge entstehen, und solchergestalt ausser den groben Theilen der Lufft noch andere viel subtilere in grösserer Anzahl vorhanden sind.

Unterscheid der Lufft im Biere, so in der Jährung und nach derselben.

§. 156. Ich habe auch einen Versuch mit Eßige gemacht, dabey sich unterschiedenes gezeiget, welches bey den vorigen Versuchen anders gewesen. Als ich nemlich so viel scharffen Wein-Eßig in das grosse Glaß AB gegossen, als vorher Wasser darinnen gewesen war, und es unter die Glocke brachte; so haben sich bald auf den ersten Zug eine unzehlige Menge über die massen kleiner Bläselein gezeiget, die nur gegen das Lichte zu sehen waren und wie dunckelbraune Pünctlein aussahen. Oben blieben sie auf dem Eßige stehen, und, indem viele zusammen kleine merckliche Bläselein formirten, einen Schaum erregeten. Auf den

Lufft im Eßige. Tab. XV. Fig. 85.

§. 156. andern Zug wurden die Blasen grösser, stiegen aber über die massen schnelle und in einer unsäglichen Menge in die Höhe, zersprungen so bald als sie die obere Fläche des Eßiges erreichten: wie denn gleich auf den andern Zug der Schaum auf einmahl vergieng. Auf den dritten Zug sahe es nicht anders aus, als wenn der Eßig in vollem sieden wäre und stiegen noch immer eine unsägliche Menge Blasen in die Höhe. Dieses fuhr beständig fort bis nach dem sechsten Zuge, wiewohl bey dem fünfften das Sieden am stärcksten war. Es blieben aber alle Blasen einzeln vor sich und wurden auch nicht so groß als wie vorhin bey den übrigen flüßigen Materien, sondern blieben wie sehr kleine Perlein. Als man bey den letzten Zügen gegen die Lufft in den oberen Theil des Glases sahe, nahm man wahr, daß die Blasen in die Höhe sprungen und daselbst im Freyen zerplatzten: wovon auch die innere Fläche des Glases hin und wieder naß ward, als wie wann der Schweiß an den Fenstern zerfliesset. Ob ich nun wohl eine lange Weile wartete, so konnte ich doch des Siedens kein Ende erwarten: jedoch als nur ein wenig Lufft hinein gelassen ward, hörete alles auf einmahl auf; kam doch aber bald wieder, als ich die Lufft von neuem auspumpete. Man siehet hieraus, daß der Eßig sich nicht so starck wie das Wasser

und

und andere flüßige Materien ausdehnen §. 157.
läſſet.

§. 157. Ich habe auch in das groſſe Lufft im
und kleine Glaß Francken-Wein gegoſſen Weine.
und folgendes dabey wahrgenommen. Auf den ersten Zug kamen sehr kleine Bläſelein, die man kaum gegen das Licht sehen konnte, hingegen in dem kleinen Glaſe beſſer sichtbahr wurden, als sie sich an die innere Fläche deſſelben rings herum anhiengen. Auf den andern Zug nahm die Zahl und Gröſſe der Blaſen zu, auch ward ihre Bewegung mercklich schneller. Man konnte abſonderlich in dem kleinen Glaſe augenſcheinlich sehen, wie die Bläſelein, welche sich angehänget hatten, auf einmahl gröſſer wurden, indem nach Eröffnung des Hahnes die Lufft heraus fuhr. Auf den dritten Zug vergröſſerten sich die angehängten Blaſen noch mehr und giengen meiſtentheils loß. Uebrigens sahe man in beyden Gläſern, daß die Blaſen gröſſer, häuffiger und schneller als vorhin auffuhren. Auf den vierdten Zug wurden der Blaſen so viel, daß sie oben in dem groſſen Glaſe blieben uud eine die andere nicht berührete, ſondern etwas druckete: hingegen in dem kleinen Glaſe kamen die Blaſen, ob zwar groß und schöne rund, nur einzeln in die Höhe, wie Perlen, und zerſprungen daſelbſt. Weiter wolte sich nicht veränderliches zeigen. Man siehet

§. 157. hieraus, daß zwischen Eßige und Weine eine grosse Aehnlichkeit gewesen, nur daß im Eßige die Blasen viel häuffiger heraus gegangen und kein Ende zu erwarten gewesen. Es ist bekannt, daß Francken-Wein auch einige Säure hat, ob sie gleich nicht der Säure des Eßiges beykommet, und überhaupt hat ein ausgelegner Wein nichts von Jährung an sich, und also ist kein Wunder daß sich auch in etwas einige Aehnlichkeit zwischen ihm und dem Biere zeiget, was von der Jährung mehr entfernet ist, als von dem sauer werden. Ich habe es auch wohl sonst mit andern Weinen versuchet, aber da ich nicht aufgeschrieben, was sich für Unterscheid ereignet, und das Gedächtniß leicht trügen kan, mag ich vor dieses mahl nichts weiter hinzu setzen. Nur mercke ich noch an, daß der Most sehr brauset, wenn man ihn in einen Ort bringet, wo keine Lufft ist, und hierinnen sich mit ihm und dem Biere, welches noch nicht recht ausgejohren hat, einige Aehnlichkeit zeiget (§. 155.). Allein weil ich die besonderen Umstände gleichfalls nicht aufgeschrieben und jetzunder keine Zeit ist, da man Most haben kan; so muß ich es gleichfalls hierbey bewenden lassen. Ich achte auch überhaupt nicht nöthig mit mehreren flüßigen Materien etwas zu versuchen, da man zur Zeit durch diese Versuche noch nichts von dem

Wie der Most im Lufft-leerem Raume brauset.

§. 157.

dem inneren Unterscheide der flüßigen Materien heraus bringen kan; sondern will vielmehr zu anderen Cörpern fortschreiten, die nicht gantz flüßig, auch nicht gantz feste sind.

Lufft in Eyern.

§. 158. Unter diese Arten der Cörper rechne ich die Eyer: denn unerachtet so wohl das Weisse, als der Dotter flüßig ist, so ist doch mehr feste, als flüßige Materie darinnen, massen sie durch die Wärme bald stehend wird, da hingegen die flüßigen verrauchen, wenn sie warm werden, als wie alle diejenigen, damit wir vorher Versuche angestellet haben. Ich weiß mich zu entsinnen, daß, da ich anfangs noch eine schlechtere Lufft-Pumpe hatte, die Eyer unter der Glocke zerplatzten, wenn die Lufft heraus gepumpet wurde und so wohl das Weisse, als der Dotter heraus lieffen. Dieses ist mir einige mahl im Winter angegangen, nach diesem aber sind sie immer gantz geblieben. Ich habe mit Fleiß ein gantz frisch gelegtes Eye dazu genommen: aber es ist gantz geblieben, ob ich gleich die Lufft gantz reine ausgepumpet. Nach diesem habe ich in der Mitten etwas von der Schaale abgebrochen, damit ein Loch in der Grösse eines Groschens wurde und das Eye noch einmahl unter die Glocke gebracht. Bey dem ersten Zuge zeigete sich nichts veränderliches: aber bey dem andern und dritten

Eyer zerplatzen nicht immer im Lufft-leeren Raume.

Veränderung in einem Eye.

§. 158. so eine Oeffnung hat.

ten stieg das Weisse in die Höhe und lieff gar heraus, dergestalt daß ein Theil herunter geflossen war, der andere hingegen oben auf dem Eye stehen blieb. Bey dem fünfften Zuge resolvirte sich das Weisse in lauter Blasen, stieg noch mehr in die Höhe und kam weiter heraus, was vorhin darinnen geblieben war. Endlich bey dem sechsten Zuge gieng auch etwas von dem Dotter heraus, den ich mit einem scharff geschliffenem starcken Drathe zerstochen hatte: weiter wolte sich nichts veränderliches zeigen. Ich weiß mich zu entsinnen, daß öffters der gantze Dotter mit heraus gefahren, wiewohl ich ihn nicht durchstochen gehabt. So bald ich die Lufft wieder unter die Glocke gelassen, hat sich der in die Höhe gestiegene Dotter mit dem Eyer-Weisse wieder hinein gezogen; und, da das Eyer-Weiß alles in einem Stücke an einander hänget, daß, wo eines hinfähret, das andere nachgezogen wird, so zog sich auch dasjenige mit hinein, was herunter geflossen war: hingegen, was von dem Dotter auf den Teller der Lufft-Pumpe kommen war, blieb daselbst zurücke.

Veränderungen des Eyer-Weisses,

Ich habe nach diesem das Eyer-Weiß in das grosse Glaß gegossen und es unter die Glocke gebracht: aber es hat sich keine weitere Veränderung gezeiget, als daß sehr wenige einzele, jedoch in Ansehung derer Blasen, die aus andern flüßigen Materien heraus steigen,

§. 158.

ſteigen, groſſe Blaſen nach und nach aufgeſtiegen und, weil ſie nicht zerſprungen, ſondern da die Materie zehe iſt und ſich ſtarck ausdehnen läſſet, oben ſtehen blieben und einen Theil des Glaſes eingenommen. So bald wieder Lufft hinein gelaſſen worden; ſind die Blaſen verſchwunden und die Materie des Eyer-Weiſſes, daraus ſie formiret waren, wieder zuſammen gefloſſen. Unterweilen hat ſich noch weniger Veränderung in dem Eyer-Weiſſe gezeiget, als jetzund beſchrieben worden. Da mir nun aus dem vorhergehenden bekannt war, daß die flüßigen Materien in dieſem Stücke vielmehr Veränderungen zeigen, wenn ſie warm, als wenn ſie kalt ſind; ſo habe auch das Eyer-Weiß in einer Kelle über ein gelindes Kohl-Feuer gehalten und mit dem Finger gerühret, damit es nicht unten ſtehende würde. So bald es aber ſich an die Kelle legen wolte, goß ich es aus in das Glaß, unerachtet man eben noch keine Wärme darinnen verſpüren konnte. Nachdem es unter die Glocke kam und die Lufft ausgepumpet ward; gieng die gantze Materie in lauter Blaſen, die das gantze Glaß erfülleten. Als mit Auspumpen angehalten ward; lieffen die Blaſen endlich oben heraus und unterweilen iſt faſt gar nichts von dem Eyer-Weiſſe zurücke geblieben. Auf eben ſolche Weiſe habe ich es mit dem Dotter verſuchet. Als ich ihn in

insonderheit des warmen.

Handgriff.

Verſuch mit dem Dotter.

§. 158. in das Glaß gethan, ſo wie er aus dem Eye heraus kam, und die Lufft wegpumpete, kamen anfangs nur einzele Blaſen heraus, und blieben oben ſtehen. Unerachtet aber zuletzt es ſchiene, als wenn der gantze Dotter ſich in Blaſen aufgelöſet hätte, indem ſich oben nichts als Blaſen über das gantze Glaß geſetzet hatten, auch rings herum an dem Glaſe lauter Blaſen, eine an der andern, zu ſehen war; ſo nahm doch der Eyer-Dotter nicht ſonderlich viel Raum von dem Glaſe ein, ſondern der gröſte Theil blieb leer. Ich goß ihn nach dieſem in eine kleine Kelle und hielt ihn über ein gelindes Kohl-Feuer, rührete ihn auch mit dem Finger, wie vorhin das Eyer-Weiß herum, damit ſich nicht etwan irgendswo etwas anhängen, oder harte werden möchte. Unerachtet er nun auch nicht ſo warm werden konnte, daß man es an den Fingern verſpüret hätte; ſo goß ich ihn doch wieder in das Glaß und brachte ihn unter die Glocke. Alsdenn wurde er gleich auf den andern Zug in lauter Blaſen aufgelöſet, die bis über das Glaß ſich erhoben. Bey anhaltendem Pumpen lieffen die Blaſen heraus und unterweilen iſt wenig oder gar nichts von dem Dotter im Glaſe zurücke geblieben. Anfangs waren die Blaſen ſchöne rund wie Perlen anzuſehen und lag eine auf der andern und neben der

andern.

§. 158.

andern. Nach diesem wurden sie so groß wie im spiritu vini (§. 151.) und, wenn sie zersprungen, fuhren die oberen anfangs in die Höhe, bald aber wieder zurücke, welches eine kleine, jedoch geschwinde Bewegung auf und nieder verursachte. Man erkennet hieraus, warum der Eyer-Dotter einen Teig, wenn er warm wird, locker machen kan.

Lufft im Sauer-Teige.

§. 159. Als ich ein Stücke Sauer-Teig unter die Glocke legete, die ich in denen bisherigen Versuchen gebrauchet; begonnte derselbe sich auf jeden Zug zu heben, daß er wie ein Ball aufgeblasen und im Diameter mehr als noch einmahl so groß ward. So bald ich die Lufft hinein ließ, fiel der Teig wieder zusammen und ward auf einmahl gantz breit.

Im Teige von rockenem Mehle.

Nach diesem habe ich von rockenem Mehle und Wasser einen Teig einrühren lassen, der so derb als wie der Sauer-Teig war und ein Stücke von gleicher Grösse unter die Glocke gebracht. Als ich die Lufft ausgepumpet, hat sich gleichfalls der Teig auf jeden Zug in die Höhe gegeben, und schiene er dem Ansehen nach mehr aufgelauffen zu seyn, als der Sauer-Teig. So bald ich die Lufft von aussen wieder unter die Glocke hinein ließ; fiel der Teig eben so, wie vorhin der Sauer-Teig, wieder zusammen.

Erklärung des Versuches.

Weil der Teig sich in die Höhe hebet, wenn die äus-

sere

§. 159. sere Lufft weggepumpet wird; so muß etwas in dem Teige seyn, welches sich weiter ausbreitet und den Teig von einander treibet. Denn indem die Lufft unter der Glocke verdünnet wird (§. 80.), so wird ihre ausdehnende Krafft geschwächet (§. 81.) und sie drucket dannenhero auf den Teig weniger als vorher. Da nun der Teig so gleich in die Höhe gehet und aus einander getrieben wird, nicht anders als wie sich in diesem Falle eine Blase aufbläset (§. 80.); so muß auch dasjenige, was den Teig aus einander treibet, sich gleich ausbreiten, indem der Wiederstand gehoben wird. Und demnach muß es eine ausdehnende Krafft haben. Wir wissen, daß der Teig mit Wasser eingerühret ist, darinnen viel Lufft ist (§. 148.). Und demnach könnte man meinen, die Lufft in dem Wasser breite sich aus und treibe dadurch den Teig von einander. Allein weil das Wasser nicht so sehr von einander getrieben wird wie der Teig (§. cit.), so kan auch wohl die Lufft, welche sich in ihm befindet, nicht die einige Ursache seyn. Und demnach erkennet man hieraus, daß in dem Teige noch mehr Lufft seyn müsse, als die durch das Wasser hinein kommen. Denn die flüßige Materie, die eine ausdehnende Krafft hat, welche mit der ausdehnenden Krafft der äusseren Lufft die Wage hält, kan wohl nichts anders

§. 159.

ders als Lufft seyn. Nun ist ausser dem Wasser zu dem Teige weiter nichts kommen als das Mehl. Derowegen muß viel Lufft in dem Mehle seyn. Da der gantze Teig, wie eine Blase aufgetrieben wird; so ersiehet man daraus, daß die Lufft durchaus durch ihn zertheilet sey, und in den kleinen Hölen, welche in den kleinen Theilen anzutreffen, sich aufhalte. Warum die Lufft nicht gar heraus fähret, lässet sich aus der Beschaffenheit des Teiges begreiffen. Es ist bekannt, daß aller Teig zehe ist, indem er sich wie andere zehe Materien in die Länge ziehen lässet. Die Lufft demnach dehnet den Teig aus, wie eine Blase, indem sie sich ausbreitet und machet ihn inwendig voller Blasen. Wer Lust hätte diese Blasen zu sehen, dörffte nur den Teig in dem von Lufft ausgeleeretem Raume lassen trocknen (welches man leicht bewerckstelligen kan, wie sichs unten zeigen wird); so würde man nach diesem die Löcher theils durch blosse Augen, theils durch das Vergrösserungs-Glaß sehen können. Man kan aber leicht erachten. daß es nicht anders aussehen werde, als im Brodte, wo der Teig durch die Jährung von einander getrieben wird.

Lufft ist im Teige vertheilet.

Wie ihre Vertheilung sichtbahr wird.

§. 160. Damit man desto weniger zweifseln möchte, daß in dem Mehle viel Lufft sey, welche sich gewaltig ausbreitet, wenn

Lufft im Mehle.

§. 160. sie von dem Drucke der äusseren Lufft befreyet wird: so habe ich solches augenscheinlich zeigen wollen. Ich habe zu dem Ende in das grosse Glaß so viel Wasser gegossen, wie oben (§. 148.) und, so viel angehet, von der Lufft gereiniget. Das Wasser, welches ich hierzu brauchte, war nicht frisch aus dem Brunnen geplumpet worden, wie dasjenige, welches ich zu dem Versuche in angeführtem Orte gebrauchet; sondern hatte über 24 Stunden auf dem Fenster gestanden, und war daher wärmer als dasjenige, welches frisch aus dem Brunnen kommet. Daher ereignet sich damit einiger Unterscheid in denen Veränderungen, die bey Wegpumpung der äusserlichen Lufft zusehen waren, dergleichen man im frischen Wasser nicht verspüret. Damit ich es aber kurtz sage, weil ich es hier bloß beyläuffig erinnere: es ging bey nahe in allem eben so zu wie bey dem Eßige (§. 156.) und gingen noch immer wie dort Blasen häuffig heraus, ob man gleich nicht mehr pumpete, auch nichts auszupumpen mehr da war. In dieses Wasser schüttete ich etwas Rockenmehl, welches gantz locker auf einem Papiere lag, schüttelte das Wasser im Glase, damit es sich damit vermenget, jedoch nur einen sehr dünnen fliesenden Brey machte, und brachte es wieder unter die Glocke. Als ich die Lufft

Besonderer Umstand.

von

§. 160.

von neuem auspumpete, zeigte ſich nichts veränderliches bey dem erſten Zuge. Bey dem andern ſahe man weiter nichts als einige Blaſen, die oben an der Fläche des eingerührten Mehles entſtunden, und wollte es ſcheinen, als wenn ſich daſſelbe etwas heben wollte. Auf den dritten Zug ſetzte ſich oben ein groſſer Theil Blaſen auf eben die Art und Weiſe, wie wenn der Eyerdotter ſich in Blaſen auflöſet (§. 158). Nach dem vierdten Zuge wurden die oberen Blaſen ſehr groß und zerſprungen: die übrigen hoben ſich noch weiter in die Höhe. Nach dem fünften Zuge ſahe es in dem obern Theile des Glaſes ſo aus, wie bey dem Spiritu vini (§. 151.); unten aber ſtiegen von neuem Blaſen aus dem Mehle, die ſich wie im Eyerdotter durch die Breite des gantzen Glaſes in einer mercklichen Höhe anſetzten. Nach dem ſechſten Zuge ſtiegen die groſſen Blaſen oben heraus: die andern folgeten ihnen in die Höhe nach, und unten ſtiegen wieder von neuem andere kleine aus dem Mehle auf. Als ich weiter fortpumpen ließ, fuhre es auf ſolche Weiſe fort. Ich zweiffele nicht im geringſten, daß, wenn man das Waſſer nur gantz wenig warm werden lieſſe, das Mehl mit ihm gröſten Theils oben zu dem Glaſe heraus lauffen würde; denn bey dem kalten Waſ-

§. 161. ser ist bey nahe schon alles so erfolget, wie bey dem erwärmeten Eyerdotter.

Lufft im Holtze.

§. 161. Ich habe nach diesem in dem vorigen Glase von neuem Wasser von der Lufft gereiniget, so viel angehet: welches auch in gegenwärtigen Versuchen genung ist.

Warum das Wasser von Lufft gereiniget wird.

Denn wir wollen dieses Wasser dazu brauchen, daß die Lufft, welche aus festen Cörpern gehet, sichtbahr wird, hingegen man die Lufft, welche aus dem Wasser gehet, nicht aus Irthume mit ihr vermenget. Nun ist bekannt, daß, wenn die Lufft aus dem Wasser einmahl ausgepumpet worden, und man nach diesem gleich wieder das Wasser in die Lufft bringet, dennoch keine Lufft von neuem heraus gehet, indem es von neuem unter die Glocke an die Lufft-Pumpe gebracht wird.

Beschreibung des Versuches.

Ich habe demnach in dieses Wasser ein kleines Stücke Holtz von einer Tanne eingedauchet: und zwar blieb es gantz unter dem Wasser, weil es von beyden Seiten mit den Ecken an das Glaß anstieß. So bald der Stempel heraus gezogen war und der Hahn das erstemahl eröffnet wurde, giengen gleich eine unzehliche Menge Blasen aus dem Holtze heraus, sonderlich von den Seiten, wo die Jahre nach der Länge zu sehen sind: es hörete aberauch bald wieder auf und stiegen wehrender Zeit, daß der Stempel von neuem heraus gewunden ward, nur eintzele

§. 161.

eintzele Blaſen nach einander aus dem Holtze durch das Waſſer in die Höhe. Als der Hahn das anderemahl eröffnet ward, fieng daß Waſſer gleichſam an über und über zu ſieden, ſo weit als das Holtz darinnen lag: denn in dem übrigen war nicht die geringſte Veränderung zu ſpüren. Auſſer den groſſen Blaſen, die wie ziemliche Perlen ausſahen, ſtiegen auch in einer noch gröſſeren Menge gantz kleine Bläſelein auf, die das Waſſer, ſo weit als es über das Holtz gieng, gantz trübe machten. Als man zu pumpen weiter fortfuhr, kamen auch immer wieder auf jeden Zug groſſe und kleine Blaſen heraus. Und, wenn unterweilen eine Blaſe wie ein groſſer Nadel-Knopff durch das Waſſer ſchnelle durchfuhr, wurden dadurch die kleinen unter einander geſtoſſen und gantz aus ihrer Ordnung gebracht. Es nahm aber die Menge der groſſen und kleinen Blaſen überhand, indem die Lufft unter der Glocke abnahm. Das Holtz war beſtändig rings herum mit Blaſen beſetzet, davon ſich nach und nach einige loßriſſen, und andere hingegen an ihre Stelle kamen. Als ich von auſſen wieder Lufft unter die Glocke ließ; ſo verſchwunden die Blaſen, welche ſich an dem Holtze anhänget hatten, auf einmahl, das Waſſer, welches über das Holtz gieng, ſetzte ſich und ſtund das Holtz

§. 161. über die Helffte heraus. Es veränderte sich auch die Farbe des Holtzes wegen des vielen Wassers, welches sich hinein gezogen hatte, indem es sehr naß außsahe. Ja als ich das Holtz heraus nahm und ins Wasser warff, sunck es darinnen unter. Man siehet hieraus, daß in die Oerter, darinnen vorher innerhalb dem Holtze Lufft gewesen, das Wasser hinein gedrungen, und dadurch das Holtz schweerer wurden. Es schwimmet demnach das Holtz im Wasser, weil viel Raum innerhalb demselben ist, welcher mit Lufft erfüllet, gleichwie eine gläserne Kugel, oder auch eine aus Metall, schwimmet, wenn sie hohl und die Höhle mit Lufft erfüllet ist, hingegen untersincket, indem die Höhle von Wasser erfüllet wird. Derowegen ist das Holtz an sich nicht leichter als das Wasser, das ist, die Materie des Holtzes ist nicht leichter als das Wasser, denn diese sincket im Wasser unter; sondern der leere Raum, der hin und wieder zwischen der Materie des Holtzes angetroffen wird, machet das Holtz nur leichter als das Wasser. Ich versuchte es nachdem auch mit einem Stücklein birckenem Holtze, welches schweerer ist als das tänninne: jedoch weil es mit seinen Ecken nicht an das Glaß feste anstieß, muste ich es nur schwimmen lassen, so daß der obere Theil davon ausser dem Wasser war. Es gingen aber die Jahre

Wenn das Holtz untersinckt.

Warum es im Wasser schwimmet.

Materie des Holtzes ist schweerer als Wasser.

Voriger Versuch wird wiederhohlet.

im

§. 161.

im holtze nach der Länge des Glaſes. Als ich die Lufft unter der Glocke wegpumpete, kamen gleich auf den erſten Zug unzehlich viel kleine Bläſelein heraus, die aber gleich wieder aufhöreten, in ſolcher Menge heraus zu fahen, und nach dieſem nur eintzeln ſich zeigeten, wiewohl dieſe eintzele Bläſelein gar viel gröſſer waren als die übrigen, welche Hauffenweiſe auf einmahl heraus giengen. Auf den andern Zug fuhren abermahls eine unzehliche Menge Bläſelein heraus, die das Glaß über und über erfülleten: dergleichen auch bey dem dritten Zuge geſchahe. Bey dem vierdten Zuge wurden die Blaſen gröſſer, nahmen aber an der Menge ab: dergleichen auch ferner erfolgete, als mit dem Auspumpen angehalten wurde, bis zuletzt viel gröſſere Blaſen, aber nur eintzeln heraus kamen. So bald wiederum Lufft von auſſen unter die Glocke gelaſſen ward, verſchwunden auf einmahl alle Blaſen und das Waſſer ſetzte ſich, doch nicht ſo viel wie vorhin. Als ich das Holtz heraus nahm und ins Waſſer warf, kam es anfangs wieder in die Höhe, war doch gröſtentheils eingetauchet, ſo daß oben nur ein kleiner Theil nicht mit Waſſer bedecket war. Ehe ich mich aber kaum umſahe, ſunck es zu Boden. Man ſiehet hieraus leicht, daß weil das Holtz in dem Glaſe, darinnen der Verſuch angeſtellet ward,

Urſache deſſen, was ſich dabey ereignet.

ward, nicht gantz im Wasser gelegen, sich auch das Wasser nicht gantz hinein ziehen können. Daher es wegen des leeren Raumes, der noch in dem obern Theile des Holtzes sich befunden, noch leichter gewesen als das Wasser. Weil es sich doch aber fast gantz eingetauchet, zum wenigsten gar viel weiter als es bey dem Versuche im Wasser gelegen; so hat sich auch das Wasser in den übrigen Thell hinein ziehen können, wo vor keines hinein dringen konnte, und daher ist es schweerer worden und unter gesuncken. Wie es zugehet, daß sich das Wosser hinein ziehet, ist aus dem zur Genüge klar, was oben in aehnlichen Fällen (§. 97. 98.) ausführlicher gezeiget worden.

Lufft im Gorcke. Versuch.

§. 162. Ich habe es auch mit einem Stücklein Gorck versuchet. Weil er sehr leichte ist, so konnte er kaum im Wasser sich eintauchen, sondern der gröste Theil davon lag ausser dem Wasser. Bey dem ersten Zuge sahe man nur hin und wieder von der Seite, wo der Gorck im Wasser lag, einige wenige eintzele, doch in Ansehung der vorhergehenden Versuche, grosse Blasen, etwan, wie eine kleine Linse, oder ein Korn von Rübe-Saamen, heraus fahren, die zum Theil sich loßrissen und durch das Wasser in die Höhe stiegen, zum Theil an dem Gorcke hangen blieben. Bey dem andern Zuge zeigeten sich mehrere Blasen,

aber

§. 162.

aber die meisten waren garviel kleiner als die ersten. Dieses ist sich nicht zu verwundern. Im Anfange ist die Lufft noch nicht sehr dünne und daher ihre ausdehnende Karfft nicht schwach (§. 80. 81): derowegen kan nur an denen Orten Lufft heraus fahren, wo viel bey einander ist. Bey dem andern Zuge ist die Lufft viel dünner und schwächer (§§. cit.), und kan daher auch die Lufft aus denen Orten heraus gehen, wo wenige bey einander. Unerachtet nun aber die Lufft, welche aus dem Gorcke heraus fähret, sich mehr ausbreitet indem die unter der Glocke dünner ist, als wenn sie noch nicht so dünne worden: so ist doch möglich und wir finden es hier in der That, daß viel Lufft einen grösseren Raum erfüllen kan, wenn sie wenig ausgebreitet wird, als viele, die sich weit mehr ausbreitet, nemlich in Proportion ihrer Grösse oder des Raumes, den sie vorher erfüllet. Als man mit Auspumpung der Lufft anhielt, ging es immer so fort: jedoch unerachtet bey dem fünfften Zuge, da sich nichts mehr auspumpen ließ, und daher der Raum unter der Glocke von Lufft leer war, die Zahl der Blasen sich nicht vergeringerte, sondern vielmehr zunahm; so wurden doch hier die Blasen wiederum grösser, weil nemlich auch wenige Lufft hier Freyheit bekam sich starck anszubreiten. Als Lufft von aussen unter die Glocke gelassen ward, nahm

Erklärung des Versuches.

§. 162. das Wasser im Glase nicht ab und der Gorck tauchte sich nicht mercklich tieffer ein als vorhin: woraus man abnehmen konnte, daß wenig Wasser hinein gedrungen war.

Lufft im Leder. Versuch

§. 163. Nach dem Gorcke habe ich es auch mit einem Stücklein Leder versuchet. Ich habe aber von dem starcken Leder genommen' welches ich zu Verwahrung der Lufft-Pumpe, auch zu der Scheibe auf dem Teller gebrauche. Als ich dieses Leder, wie vorhin das Holtz, in von Lufft gereinigtes Wasser warf; stiegen gleich eintzele Blasen heraus. Als es an die Lufft-Pumpe kam, mehrete sich bey dem ersten Zuge die Zahl der Blasen gar sehr, auch wurden viele davon mercklich grösser als die vorigen, die in freyes Lufft heraus giengen. Bey dem andern Zuge nahm die Zahl der Blasen noch weiter zu und bey dem dritten ließ es wegen Menge der Blasen, die auf einmahl heraus fuhren, nich anders, als wenn das Wasser anfienge zu sieden. So gieng es auch fort, als man mit Auspumpen anhielte, ob man gleich eben nicht vermerckte, daß sich noch weiter Lufft aus der Glocke auspumpen ließ. So bald wiederum Lufft von aussen unter die Glocke gelassen ward, verschwunden alle Blasen, ehe noch viel Lufft hinnein kommen war, welches ich auch bey den vorhergehenden Versuchen wahrgenommen.

Und

§. 163. Erklärung deſſen, was in dieſem Verſuche beſonders.

Und hieraus erhellet, daß die Lufft, welche zuletzt heraus gehet, viel ſchwächer ſeyn muß, als die zuerſt heraus fähret: welches aus keiner anderen Urſache kommen kan, als weil ein kleiner Theil auf eine Blaſe kommet folgends weil die gröſten Theile zu erſt heraus gehen, die kleineren nach dieſem folgen. Unterdeſſen da die kleinen Theile der Lufft eben ſo eine ausdehnende Krafft haben, wie die groſſen, die ſich mehr ausbreitet, je weniger ſie Wiederſtand findet; ſo erkennet man daraus, daß die Lufft in lauter Theile getheilet wird die wieder Lufft ſind. Indem die gantze Glocke wiederum mit Lufft erfüllet war, ging das Leder im Waſſer zu Boden, welches vorher darinnen ſchwamm, und war demnach ſchweerer als das Waſſer. Man erkennet hier eben wie vorhin von dem Holtze (§. 161.), daß die Materie des Leders an ſich ſchweerer iſt als das Waſſer, das Leder aber nur deswegen leichter iſt weil darinnen viel Höhlen ſind, die mit Lufft erfüllet werden.

Materie des Leders iſt ſchweerer als Waſſers.

§. 164. Als ich in das groſſe Glaß, welches ich bisher in denen Verſuchen gebraucht, friſches Waſſer hinnein gegoſſen und von Lufft gereiniget hatte, warf ich ein Stück Pech hinein, welches gleich zu Boden gieng, indem das Pech ſchweerer iſt als das Waſſer: welches eben hieraus erhellet. Als ich es unter die Glocke an die Lufft-

Lufft im Pech.

Pum-

§. 164. Pumpe brachte und die Lufft wegpumpete, giengen auf den ersten Zug sehr wenige grosse Blasen heraus, die sich zum theil loßrissen und durch das Wasser in die Höhe stiegen, zum theil aber an der Fläche des Peches hangen blieben: wiewohl die meisten blieben, indem sie sich schweer loßrissen. Bey dem andern Zuge ging es noch eben so fort, wie bey dem ersten, und konnte man auch hierinnen sehen, daß sich die Blasen sehr schweer loßrissen. Nemlich man spüret an den Blasen einige Veränderung in der Figur, auch einige Bewegung und Entfernung von der Fläche des Peches, daß sie dieselben nach und nach weniger berühren, ehe sie gantz loß gehen. Je länger nun dieses wehret, je mehr erkennet man, daß die Blasen schweer loß gehen. Auf den dritten Zug gingen die angehängten Blasen fort, indem die Lufft sich weiter ausbreitete und sie dadurch nicht allein leichter machte als vorhin, wodurch sie geschickt wurden leichter im Wasser in die Höhe zu steigen, sondern auch eine Bewegung verursachte, wodurch sie loßgerissen wurden. Es kamen andere kleinere in ihre Stelle und zwar in grösserer Anzahl, die zum Theil gleich in dem Wasser in die Höhe stiegen. Als ich mit Auspumpen ferner anhielt, nahm auch die Menge der Blasen zu. Indem ich wieder Lufft von aussen unter die Glocke ließ, konnte

ich

§.165.

ich eben nicht mercken, daß das Wasser im Glase merklich abnahm.

Lufft in Abricosen

§. 165. Damit ich auch erkennen möchte, was es für eine Beschaffenheit mit der Lufft in Früchten hätte, so habe ich es mit Abricosen versuchet, als welche Frucht jetzund am besten zuhaben. Ich brach anfangs eine Abricose halb von einander, nahm den Kern heraus und legte die eine Helffte davon unter die Glocke Indem ich die Lufft auspumpete, konte ich nichts veränderliches daran sehen. Derowegen nahm ich ein Bier-Glaß mit Wasser, das vorher von der Lufft, so viel möglich (§. 148.) und nöthig (§. 161.), war gereiniget worden und legte die andere Helffte hinein. Als ich es unter die Glocke brachte und die Lufft weggpumpete; gingen bald auf den ersten Zug sehr viel kleine Bläßlein heraus und blieben noch unzehlich viel gantz dichte neben einander daran hangen, daß es nicht anders aussahe, als wenn die Abricose über und über von der inwendigen Seite wäre bezuckert worden. Hingegen von der auswendigen Seite, wo die Schaale war, hatten sich überall, jedoch nicht so nahe, sehr merckliche Blasen angeleget, dadurch anfangs die Abricose gehoben ward, als wolte sie schwimmen: nachdem sich aber einige davon loßrissen, fing sie wieder an tieffer herunter zusincken,

Versuch mit einer halben

§. 165. cken, wiewohl ſie niemahls den Boden des Glaſes berühret. Dieſes alles war bey dem andern und dritten Zuge noch deutlicher zu ſehen, und wurden abſonderlich bey dem dritten die Bläſelein, ſo vorher all zu klein geweſen waren, um ein merckliches gröſſer. Bey dem vierdten Zuge fieng das Waſſer von den auffſteigenden Bläſelein recht an zu ſieden. Und unerachtet keine Lufft mehr im Auspumpen verſpüret ward; ſo höreten doch die Blaſen nicht auf ſo wohl von der inwendigen als auswendigen Seite aufzuſteigen und blieb der Unterſcheid zwiſchen denen, die von innen, und denen, die von auſſen heraus drungen, in der Gröſſe beſtändig gar merclich. Als ich Lufft von auſſen wieder unter die Glocke ließ, ſunck die Abricoſe völlig zu Boden, die Schaale war gantz gelbe und glatt worden wie eine wächſerne Citrone und die gantze halbe Abricoſe ſehr aufgelauffen. Als ich nun wahrgenommen hatte, daß auch die Lufft durch die Schaale heraus drang, ſo habe ich es auch mit einer gantzen Abricoſe verſucht. Es hatte aber dieſelbe unten, wo ſie an dem Stiele feſte geweſen war, ein kleines Loch, weil ſie daſelbſt ein Wurm geſtochen hatte, dergleichen an dieſer Frucht nicht ungewöhnlich iſt. Als ich ſie in von Lufft gereinigtes Waſſer legte und unter die Glocke an die Lufft-Pumpe brachte, ſtiegen bald

Verſuch mit einer gantzen

§. 166.

bald bey dem erſten Zuge rings herum viele Blaſen auf und blieben auch die meiſten hangen. Unten wo das Loch war, giengen groſſe Blaſen hinter einander heraus, als wie zu geſchehen pfleget, wenn eine gläſerne Kugel mit einer engen Röhre ausgepumpet wird §. 97.), ſo daß ſie bey dem andern Zuge ſo groß wie eine Erbeis waren, da die anderen, die durch die Schaale heraus brachen, nur wie Perlein ausſahen. Bey dem vierdren Zuge wurden diejenigen, die aus dem Loche nach einander giengen, noch gröſſer und gieſes gieng ſo fort, auch da keine Lufft mehr auszupumpen vorhanden war, ſo daß auch noch bey dem ſiebenden Zuge 10 groſſe Blaſen nach einander heraus fuhren, die nicht augenblicklich auf einander folgeten, ſondern eine kleine Weile nach der andern: welches noch deutlicher bey dem achten Zuge warzunehmen war. Von den übrigen, die durch die Schaale der Abricoſe an allen Orten durchdrungen, iſt nicht nöthig ein mehrers anzumercken, als daß ſie beſtändig angehalten und nicht eher nachgelaſſen, als bis wiederum von auſſen Lufft hinein gelaſſen ward, da die gantze, ſo wie vorhin die halbe, zu Boden ſunck. Als ich ſie von einander brach, war ſie mitten, wo der Kern lag, voll Waſſer, welches doch aber faſt gar keinen Geſchmack angenommen hatte, und der Kern davon war gantz naß. Weil in

Beſonderer Umſtand.

der

§. 166. Lufft ist im Saffte sehr subtile zertheilet.

der Abricose von innen nur gantz kleine Bläselein aufsteigen, so ist dieses eine Anzeigung, daß die Lufft in dem Saffte sehr subtil zertheilet sey: denn sonst würde sie sich durch ihre ausdehnende Ktafft durch einen grösseren Raum ausbreiten, als wie wir bey andern Sachen vorhin gesehen. Unterdessen da gleichwohl von aussen durch die Schaale nur hin und wieder ungemein grössere Blasen hervor dringen, als diejenigen sind, welche von innen aus dem Saffte gehen; so müssen in der Schaal hin und wieder Eröffnungen seyn, da viele Lufft zusammen heraus gehet, entweder die von vielen Orten zusammen kommet und da ihren Ausgang findet, oder viel besondere Lufft-Röhren seyn, die in der Schaale hin und wieder ihren Ausgang finden. Daß unten, wo die Schaale verletzet worden, die Lufft, als wie aus einer Röhre, in lauter eintzelen grossen Blasen heraus gefahren, die auch mit denen, welche sich an andern Orten der Schaale angehänget, gar keine Vergleichung haben nnd zwar sehr geschwinde hinter einander, dahingegen die übrigen durch die Schaale gantz langsam durchgedrungen; kam daher, weil in der Mitten wo der Kern lieget, viel Lufft ist auch aus dem Kerne selbst sich viele heraus pumpen lässet (§. 166.). Jedoch scheinet es auch als wenn Lufft-Röhren in

Schaale hat besondere Lufft-Röhren.

der

§. 165. Nutzen des gegenwärtigen Verſuches.

der Abricoſe vorhanden wären, Man ſiehet hieraus, was der gegenwärtige Verſuch für Anlaß giebet von der inneren Beſchaffenheit der Früchte weiter zu unterſuchen. Unerachtet aber mein gegenwärtiges Vorhaben nicht iſt ſolches zu unterſuchen; ſo habe ich doch vor nöthig erachtet noch einen Verſuch anzuſtellen, damit man nicht etwan aus Übereilung durch dasjenige, was ich im Zweiffel gelaſſen, ſich zu einem Irrthume verleiten laſſe. Ich habe demnach eine Abricoſe, die gantz unverſehret war, auf der einen Seite abgeſcheelet, ſo daß ich die Schaale bloß abgezogen, ſo viel ſichs wolte thun laſſen, und ſie hernach in von Lufft gereinigtes Waſſer geleget. Als die Lufft ausgepumpet ward, ſtiegen beſtändig von der Seite, wo die Schaale weg war, in unſäglicher Menge kleine Bläſelein wie geriebener Zucker in die Höhe. Hingegen unten, wo der Stiel geweſen war, gieng die Lufft wie aus einer Röhre heraus. Und demnach ſiehet man, daß dieſe groſſe Blaſen Lufft nur vorhin zufälliger Weiſe zu dem Loche heraus kommen, weil es eben unten an dem Stiele war und die Lufft daſelbſt zur Seite den beſten Ausgang gefunden, ob ſie zwar eigentlich darneben, wo der Stiel geweſen, heraus gedrungen. Von der Seite, wo die Schaale war, kamen nur an eintzelen Oertern Blaſen heraus, die ei-

§. 165. ne Weile hangen blieben, ehe sie loßgiengen, da hingegen die kleinen in einem wie ein Strom fort flossen. Und hieraus siehet man, daß die Bläselein groß worden, in dem nach und nach immer mehrere kleinere hinzu gestossen. Auf die letzte, da die kleinen Bläselein auf der abgescheeleten Seite ein wenig grösser wurden und nicht mehr gar so schnelle nach einander heraus fuhren, sahe man, daß die Blasen, welche folgeten, eben an dem Orte heraus kamen, wo die vorhergehenden heraus fuhren: welches die Muthmassung, die ich vorhin gemacht, als wenn besondere Lufft-Röhren in der Frucht wären, gar deutlich bekräfftiget. Wehrender Zeit, daß die Lufft ausgepumpet ward, schwamm die Abricose im Wasser: so bald aber neue von aussen unter die Glocke gelassen ward, sunck sie unter. Ich ließ aber Lufft hinein, ehe ich ein Ende erwarten konnte, daß keine mehr aus der Frucht heraus gieng, indem es zu lange anhielt. Als ich die Frucht unten, wo der Stiel gewesen war, betrachtete, war nichts verfehrtes daselbst warzunehmen. Hingegen ist noch ein besonderer Umstand anzumercken, den ich bey dem ersten Versuche nicht wahrgenommen, ob er sich gleich vielleicht auch mit dabey mag ereignet haben. Nemlich durch das Loch, wo der Stiel gewesen war, kam ruckweise Lufft heraus, nicht anders als wenn

Ob Lufft-Röhren in Abricosen sind.

Besonderer Umstand.

§. 165.

wenn man von neuem gepumpet hätte, ob gleich mit Pumpen eine Weile inne gehalten wurde, und unterweilen mehr als einmahl. Indem die Lufft heraus fuhr, ward die Abricoſe gewendet, ſo daß der Ort des Stieles ſich etwas nach der Seite herauf kehrete: ſo bald aber keine Lufft mehr heraus fuhr, fiel auch die Frucht wieder in ihre vorige Lage. Als ich ſie von einander brach, ſo war abermahls in der Mitten viel Waſſer und der Kern ſehr naß, als er nicht zu werden pfleget, wenn er eine gute Weile im Waſſer gelegen.

Lufft im Abricoſen-Kern.

§. 166. Weil ich aus dem vorhergehenden Verſuche ſahe, daß die Kerne in den Abricoſen ſehr naß worden waren und von der vielen Näſſe gantz ihre Farbe verändert hatten, auch aus der täglichen Erfahrung bekannt iſt, daß die Näſſe in der Erde ſich in die Kerne ziehen muß; ſo habe ich zu unterſuchen verlanget, ob in der harten Schaale des Kernes auch etwan Höhlen vorhanden, darinnen Lufft iſt, und darein von auſſen das Waſſer dringen kan, wenn jene heraus gehet. Zu dem Ende habe ich einen Kern, den ich aus einer Abricoſe genommen hatte, die noch nicht im Waſſer geweſen war, in von Lufft gereinigtes Waſſer geleget und ihn unter die Glocke gebracht. So bald ich ihn hinein warf, ſahe man an einigen Orten, wiewohl an gar

wenigen, Blasen, die sich an den Kern angehänget hatten und sonder Zweiffel aus einer Höhle innerhalb der Schaale kommen waren, indem das Wasser durch seine Schweere hinein gedrungen war und die Lufft heraus getrieben hatte. Als ich die Lufft anfieng auszupumpen, ward der Kern gleich auf den ersten Zug über und über voll Blasen, die zum Theil von eben der Grösse waren, wie diejenigen, welche durch die Schaale der Abricose heraus drungen (§. 165.) Jedoch blieben sie fast alle an der Schaale hangen und giengen nur nach und nach und gantz eintzelen davon loß. Auf den andern Zug giengen noch mehre heraus, die anderen rissen sich loß und stiegen in die Höhe: ja als sie sich vergrösserten; ward der Kern dadurch im Wasser in die Höhe gehoben. Auf den dritten Zug kamen noch immer Blasen wie vorhin heraus: doch rissen sie sich längsamer loß als die vorigen. Auf den vierdten Zug fuhren noch mehrere, doch kleinere heraus. Ich konnte wegen Kürtze der Zeit nicht warten, bis die Blasen sich verlohren. Als ich aber Lufft hinein ließ, verschwunden sie auf einmahl und der Kern veränderte seine Farbe, die sehr dunckel ward: woraus man schliessen konnte, daß sich Wasser hinein gezogen hatte. Als ich den Kern spaltete, war das Wasser durch die dicke Schaale gantz durch gedrun-

§. 166.

gedrungen, wiewohl nur in der Mitten, daß man es gantz deutlich an der veränderten Farbe spüren konnte. Eben dergleichen sahe man in den Kernen, die in den Abricosen gewesen waren, als ich sie ins Wasser geleget und die Lufft ausgepumpet hatte (§. 165.) Ja da ich den Kern von der Abricose im letzten Versuche eröffnete, die sehr lange im Wasser gelegen hatte; so war das Wasser durch die harte Schaale gantz durch gedrungen und davon der inwendige Kern naß worden. Ich legte auch den inwendigen Kern ins Wasser, da gleichfalls einige Blasen nach und nach heraus traten, die ihn in die Höhe hoben; jedoch fiel er jedesmahl bald wieder zurücke, indem sich die Blasen loßrissen, ehe er kaum völlig in die Höhe kommen war. Bey Ende des Versuches konnte man eben nicht spüren, daß Wasser mercklich hinein gedrungen war.

Wasser dringt durch die harte Schaale: aber nicht so wohl durch den innern Kern.

§. 167. Ich habe Wasser, welches ich von der Lufft so viel gereiniget als heraus gehen wollte (§. 148.), über 2 Tage in einem weiten Bier-Glase unverdeckt stehen lassen und zwar auf dem Fenster, wo auch von aussen freye Lufft dazu kommen können: allein wenn ich es wieder unter die Glocke gebracht und die Lufft wieder ausgepumpet, habe ich nicht verspüret, das Blasen aus dem Wasser heraus gefahren wären. Woraus man siehet, daß sich die Lufft sehr langsam wieder

Wie sich Lufft mit dem Wasser vermischet.

Daß es langsam geschiehet.

§. 167. mit dem Wasser vermischet, wenn sie einmahl heraus gepumpet worden. Es war zu der Zeit, da ich solches versuchte, starckes Regen-Wetter, jedoch eben nicht kalt: daher sich auch ein Donner-Wetter den einen Tag damit vereinigte. Zu eben dieser Zeit habe ich von diesem Wasser unter der Glocke, wo ich die Lufft ausgepumpet hatte, diejenige runde Kugel mit der engen Röhre gefüllet, die ich oben (§. 97. 134.) bey einigen Versuchen gebrauchet und zwar auf die Art und Weise, wie oben (§. 97.) beschrieben worden. Es blieb oben in der Kugel eine Blase, die 41 Scrupel breit war. Nach vier und zwantzig Stunden war sie noch eben so breit. Ja noch am andern und dritten Tage fand ich sie noch immer 4 Linien, daß ich also nicht den geringsten Abgang verspüren konnte. Woraus denn abermahls erhellet, daß die Lufft sich langsam mit dem Wasser wiederum vermenget, wenn es durch die Lufft-Pumpe davon gereiniget worden. Die Zeit leidet es vor dieses mahl nicht alles genauer zu untersuchen: derowegen will ich nur noch anführen, was Mariotte (a) hiervon erzehlet, der zu dem Ende viele Versuche angestellet und sie umständlich beschrieben. Er hat das Wasser durch Kochen oder Sieden von der Lufft gereiniget,

Wird ferner bestetiget.

Was Mariotte hiervon erfahren.

(a) Ess. de la Nature de l'air p. 97.

§. 167. Zubereitung des Waſſers zum Verſuche.

get, ſonder Zweiffel weil er wird erfahren haben, daß dadurch mehr Lufft weggehet, als wenn man es von dem Drucke der äuſſeren Lufft unter der Lufft-Pumpe befreyet: wie wir auch finden, daß die Lufft, wenn ſie durch die Wärme ſich ausbreitet, mehrere Krafft hat, als wenn ſolches dadurch geſchiehet, daß ſie von dem Drucke der äuſſeren Lufft befreyet wird. Denn z. E. eine Blaſe zerſpringet nicht unter einer Glocke, daraus man die Lufft reine ausgepumpet (§. 121.); ſie zerſpringet aber über einem Kohlfeüer (§. 133). Als nun Mariotte das Waſſer ohngefehr eine Stunde hatte kochen laſſen, hat er es wiederum kalt werden laſſen und damit eine Phiole oder gläſerne Kugel gefüllet, deren Gröſſe er nicht meldet, welches doch aber höchſtnöthig geweſen wäre, wie auch ſchon in etwas aus dem vorhergehenden abzunehmen, inſonderheit auch deswegen, damit man die Menge der Lufft, die ſich mit dem Waſſer vermiſchet, deſto beſſer mit der Menge des Waſſers in Vergleichung ſetzen könnte: welches zu wiſſen nöthig iſt, wenn man urtheilen will, ob auch ſo viel Lufft wieder ins Waſſer hinein gehe, als durch das Sieden heraus gegangen. Als er die Phiole gantz erfüllet hatte, legte er den Finger auf die Eröffnung und ließ, indem er ihn auf der einen Seite ein wenig in die Höhe hub, eine Blaſe Lufft hinein, in der Gröſſe

Handgriff.

§. 167. einer Haselnuß. Nachdem er sie ins Wasser setzte, damit weder das Wasser heraus lauffen, noch einige Lufft hinein dringen konnte, stieg die Blase oben in die Höhe und konnte daselbst nirgends hinweichen. Es war aber das Wasser, darein er das Glaß setzte, von eben der Art wie dasjenige, womit die Phiole erfüllet war. So offt er diesen Versuch wiederholet, hat er allezeit gefunden, daß in drey bis 4 Tagen die Blase fast gantz verschwunden war, das wenige aber, was übrig blieb, in sieben, bis acht Tagen, nicht völlig weg war. Die Lufft ist leichter als das Wasser und zwar acht bis neun hundert mahl (§. 86.). Derowegen ist es nicht möglich, daß sie durch das Wasser nieder steigen und aus der Phiole heraus kommen kan. Da sie nun aber gleichwohl nicht zu nichts werden kan; so muß sie in das Wasser hinein kommen seyn. Nun siehet man sie nirgends in einem Orte bey einander: darum muß sie sich durch das Wasser in gantz kleinen Theilen getheilet haben. Auf solche Weise siehet man, daß sich die Lufft im Wasser auflöset und durch dasselbe zertheilet, gleichwie sonst bekannt, daß das Saltz sich darinnen auflöset und durch dasselbe zertheilet. Weil anfangs die Lufft sich viel geschwinder verlieret, als zuletzt, wenn nur etwas weniges davon übrig ist: so erkennet man daraus, daß die Lufft sich immer

Erfolg.

Wie es zugehet, daß sich die Lufft mit dem Wasser vermischet.

Lufft löset sich im Wasser auf.

§. 167

immer ſchweerer in dem Waſſer auflöſet, je mehr ſich bereits damit vermenget hat. Es iſt wohl war, daß, da die Urſache, warum die Lufft ſich mit dem Waſſer vermenget, noch nicht angezeiget worden, man nicht mit völliger Gewißheit ſolches ſchlieſſet: denn es könnte das Anſehen haben, als wenn vielleicht aus einer andern Urſache möchte geſchehen ſeyn, daß zuletzt die Lufft ſo ſchweer in das Waſſer gegangen. Und wäre freylich auch rathſammer geweſen, wenn Mariotte zugleich angezeiget hätte, was für Veränderungen ſo wohl in der Wärme, als in der Schweere der Lufft die Tage über vorgegangen, indem er ſeinen Verſuch angeſtellet. Allein da er gedencket, daß er es zu gar verſchiedenen mahlen verſuchet und doch immer auf einerley Weiſe befunden, hingegen aber nicht glaublich iſt daß zu denen verſchiedenen Zeiten, da er die Sache verſuchet, immer in den erſten Tagen einerley Aenderung in der Wärme und Schweere der Lufft geweſen, und in den letzten wiederum einerley, jedoch von der vorigen gantz verſchiedene ſich ereignet: ſo hat man wohl auf dieſen Zweiffel nicht zu ſehen. Es hat nach dieſem Mariotte es auch mit kleineren Blaſen verſuchet, die in der Breite nicht über vier Linien geweſen, und in dreyen Tagen ſich gantz verlohren, jedoch aber ebenfals angemercket, daß die Lufft im Anfange ſich

Es wird ein Zweiffel benommen.

Wiederholte Verſuche.

§. 167. viel geschwinder als zuletzt verlohren. Z. E. er nahm wahr, daß sich von einer solchen Blase im ersten Tag $\frac{7}{8}$, im andern $\frac{3}{4}$ von dem übrigen Achtel, oder $\frac{3}{32}$ und im letzten nur $\frac{1}{32}$ verlohren. Als er auch von neuem Blasen hinein gelassen, hat er gefunden, daß sie im Anfange geschwinde, zuletzt längsamer verschwunden. Nemlich als die vorige Blase verschwunden war, ließ er eine neue hinein, die $3\frac{1}{2}$ Linie breit war und sie verschwand in drey Tagen nicht völlig, sondern es blieb noch etwas weniges übrig. Er ließ noch von neuem Lufft dazu, daß er eine Blase bekam, die $3\frac{1}{2}$ Linie breit war, wiewohl sich diese mit der vorigen nicht vereinigen wollte und den folgenden Tag nicht mehr zu sehen war. In drey Tagen war diese Blase wieder weg. Er ließ noch eine von 4 Linien hinein und nach dreyen Tagen war sie abermal weg bis auf eine kleine Blase, die noch keine Linie breit war. Diese Lufft schiene was anders zu seyn als andere Lufft, indem sie sich an das Glaß anhänget und nicht leichte von ihrer Stelle wich, als man das Glaß niederbeugte. Er ließ über dieses von neuem eine Blase hinein, die im Diameter so groß wie die vorige war: aber sie vergieng erst völlig in sechs Tagen. Er ließ endlich noch eine hinein abermahl so groß wie die vorige: aber nicht allein nach dem zwölfften,

Besondere Umstände.

§. 167.

ten, ſondern auch gar nach dem zwantzigſten Tage war noch eine Blaſe übrig, die zwey Linien breit war. Und hierdurch wird bekräfftiget, daß die Lufft ſchweerer ins Waſſer hinein gehet, wenn ſchon viele darinnen iſt, als wenn ſich weniger darinnen befindet. Man ſiehet auch überhaupt, daß es ſehr ſchweer hält, wenn ſich die Lufft im Waſſer auflöſen und durch daſſelbe zertheilen ſoll.

Lufft wird durch Wärme und Kälte aus dem Waſſer getrieben.

§. 168. Wenn man Waſſer in einem Glaſe in die Sonne ſetzet und es eine Weile ſtehen läſſet; ſo nimmet man wahr, daß ſich hin und wieder Blaſen anhängen. Es geſchiehet auch dergleichen, wenn die Lufft ſehr kalt wird, als wie gegen den Winter, und man ſetzet das Glaß mit Waſſer in die kalte Lufft. Vielleicht wird es einen und den andern befremden, wie Wärme und Kälte einerley Würckung haben können und zwar in einer Sache! Allein wenn wir forſchen, wie es zugehet, wird der Zweiffel ſich bald heben. Wir wiſſen daß die Lufft ſich von der Wärme ausbreitet (§. 133.) und die Lufft aus dem Waſſer gehet, indem ſolches geſchiehet (§. 148.) Ob nun zwar die Bläſelein ſehr klein ſeyn mögen, die ſich anfangs anhängen: ſo können ſie doch aus zweyerley Urſachen vergröſſert werden. Nemlich indem die Sonne auf das Glaß und alſo auch auf die daſelbſt angehängte Blaſen ſcheinet, wird die darinnen befindliche Lufft noch weiter

Wie dieſes zugehet.

§. 168. ter ausgebreitet (§. 134.). und ſo werden die Blaſen gröſſer. Indem mehrere Lufft aus dem Waſſer getrieben wird, flieſſet ſie mit der vorigen zuſammen und vergröſſert dadurch die Blaſe (§. 165.). Die Kälte, wie wir in dem andern Theile ſehen werden, bringet die Theile des Waſſers näher zuſammen, und jaget die zwiſchen ihnen ſich befindliche Lufft heraus. Wenn nun viele Lufft-Theile zuſammen kommen, breiten ſie ſich mit vereinigter Krafft aus und formiren eine Blaſe.

Das 7. Capitel.

Von den Wind- oder Dampff-Kugeln.

Beſchreibung der Dampff-Kugeln,

§. 169.

ICh habe der Dampff-Kugeln ſchon oben (§. 135.). gedacht und von ihnen ausführlich zu handeln verſprochen: welches an dieſem Orte geſchehen ſoll. Sie werden im Lateiniſchen Æolipilæ genennet, von dem GOtt der Winde Æolo, weil die Alten vermeinet haben, man könne die Natur der Winde dadurch erklären: daher ſie auch im Deutſchen Wind-Kugeln heiſſen. Allein da wir ſehen werden, daß durch ſie eigentlich kein Wind, ſondern nur ein Dampff erreget wird; ſo hat

Erinnerung wegen des Nahmens.

ſchon

§. 169.

schon Rivius (a) sie Dampff-Gefässe genennet. Wir wollen sie Dampff-Kugeln nennen. Will sie einer lieber Wind-Kugeln heißen, so gilt es uns gleich: denn wir haben in Wissenschafften viel Nahmen, die aus einem Irrthume herkommen, und erwächset daraus der Wissenschafft kein Nachtheil, indem man nicht aus den Wörtern und ihrer Herstammung etwas schliesset, wo man Wörter und Sachen zu unterscheiden gelernet. Es sind aber diese Dampff-Kugeln kupfferne Kugeln AB mit einer Röhre AE, die eine sehr enge Eröffnung in E hat. Die Kugel wird aus zwey Helfften ACD und CBD zusammen gelöthet und zwar nicht mit Schnell- sondern Schlage-Lothe, damit es nicht anfängt zu fliessen, wenn man sie auf den glüenden Kohlen liegen hat. In A wird eine kupfferne Röhre angelöthet, die daselbst etwas weit ist, von dar an aber bis in E immer abnimmet, bis endlich die Eröffnung daselbst so kleine wird, daß man kaum mit einem subtilen Drathe hinein kommen kan. Meine Dampff-Kugel hält im Diameter AB 37 L. in A ist der Diameter der Röhre $5\frac{1}{2}$ L. in E kaum $\frac{1}{3}$ L. so daß ich kaum mit einer gantz dünnen Steck-Nadel hinein kommen kan. Es ist dieses Instrument, wie aus dem Vitruvio (b) zu ersehen,

Tab. XV. Fig. 87. Wie sie verfertiget werden.

Ihr Alter.

(a) In Comment. über den Vitruvium lib. 1. c. 6. f. m. 86.

(b) loc. cit.

§. 169. sehen, sehr alt, jedoch beständig von den Naturkündigern gebraucht worden, wie denn selbst Carteſius (c), dem doch sonst das alte gar wenig angestanden, es in Erklärung der Winde gebrauchet.

Wie man diese Kugeln füllet.

§. 170. In diese Kugeln wird Wasser gefüllet: jedoch ist nicht nöthig sie gantz damit zu erfüllen, sondern man kan die gehörigen Versuche damit anstellen, wenn man auch nur gantz wenig hinein füllet. Es geschiehet aber dieses auf zweyerley Weise.

Erste Manier.

Die gewöhnlichste Art, deren sich auch die Alten bedienet, geschiehet vermittelst der Wärme. Man leget die Kugel auf glüende Kohlen, so wird die Lufft dadurch heraus getrieben (§. 134.) Will man sehen, wie die Lufft heraus fähret; so darf man nur die Röhre AE mit ihrer Eröffnung E ins Wasser stecken: welches unterweilen nöthig ist. Denn es kan die Eröffnung oder sonst die Röhre verstopffet seyn, daß keine Lufft heraus gehet.

Behutsamkeit dabey.

In diesem Falle kan es leicht geschehen, daß, wenn die Kugel nicht all zu starck im Kupffer, oder auch groß, oder nicht feste genung gelöthet ist, sie zerspringet (§. 146.) und dadurch Schaden verursachet. Man kan auch sehen, ob Lufft genung heraus ist, damit man sie nicht länger, als nöthig, auf dem Feuer liegen lässet. Denn man hält dadurch sich ohne

(c) de Meteor. c. 4. §. 2. p. m. 173.

§. 170.

ohne Noth auf, wie wir bald ſehen werden. Wenn ſo viel Lufft durch die Wärme heraus getrieben worden, als man nöthig zu ſeyn erachtet; ſo nimmet man die Kugel von dem Feuer weg und ſtecket die Röhre ins Waſſer. So bald die Kugel ſich ein wenig abkühlet, ſteiget das Waſſer durch die Eröffnung der Röhre hinein (§. 134.) und, weil es kalt iſt, wird auch dadurch die Kugel kalt: daher denn vollends ſo viel Waſſer hinein ſteiget, als Raum dafür vorhanden. Wenn nun die Kugel all zu heiß worden; ſo gehet viel Zeit dahin, ehe ſie ſo viel von ihrer Wärme fahren läſſet, daß einiges Waſſer hinein ſteigen kan. Und dieſes iſt die Urſache, warum ich geſaget habe, man ſolle ſie nicht ohne Noth zu lange auf dem Feuer liegen laſſen. Die andere Manier die Dampff-Kugel zu füllen geſchiehet durch die Lufft-Pumpe. Denn wenn man eigentlich erweget, warum das Waſſer durch die enge Eröffnung in die Dampff-Kugeln hinein ſteiget, ſo findet man, daß es keine andere als dieſe ſey, weil die Lufft durch die Wärme verdünnet und dadurch ſchwächer als die äuſſere worden (§. 134.) Man kan ſie aber auch verdünnen durch die Lufft-Pumpe und dadurch verurſachen, daß das Waſſer hinein dringet (§. 97.) Dergeſtalten habe ich auch unterweilen die Dampff-Kugeln auf folgende Weiſe gefüllet. Ich habe ein

Wie das Waſſer hinein ſteiget.

Andere Manier.

§. 170. ein grosses Bierglaß voll Wasser gegossen und die Dampff-Kugel mit der Röhre hinein gesetzet. Unerachtet sie wegen ihrer Schweere nicht wohl darinnen wolte stehen bleiben; so habe ich doch bald eine grosse Glocke darüber gedecket, daran sie anliegen muste und nicht fallen konnte. Nachdem habe ich die Lufft ausgepumpet, bis ich vermeinet, daß für das Wasser im Glase Raum genung in der Kugel vorhanden wäre. Jedoch weil die Kugel wieder die Glocke schläget, wenn man die Lufft auspumpet; so habe ich mich in acht genommen, daß der Stempel gemächlich, ohne einige Erschütterung heraus gewunden ward. So bald nun Lufft von aussen hinein gelassen ward, zog sich das Wasser aus dem Glase in die Kugel auf einmahl hinein. Man möchte zwar meinen, es gehe hiermit längsamer zu als mit dem Kohlfeuer, welches man ohne dem in diesem Versuche nöthig hat, weil eine grosse Glocke dazu erfordert wird, die sich langsam auspumpen lässet. Allein da wir die Lufft nicht reine auspumpen dörffen, können wir wohl mit zwey, höchstens drey Zügen, und also viel geschwinder mit allem fertig werden, ehe wir durch die Wärme nur die Lufft aus der Kugel getrieben.

Handgriff.

Behutsamkeit.

Vortheile der andern Manier.

Wie ein Wind

§. 171. Wenn man die Dampff-Kugel mit Wasser auf glüende Kohlen leget und

eine

§. 171. durch die Dampff-Kugel erreget wird.

eine Weile liegen läſſet; ſo fähret endlich ein Dampff mit Ungeſtüm heraus, der einem Winde gleichet. Es will aber nöthig ſeyn, daß ich dieſen Dampff umſtändlicher beſchreibe. Nahe an der Eröffnung der Röhre iſt er ſehr heiß, daß man ihn an dem Finger nicht leiden kan, wenn man ihn dahin hält. Es iſt auch die Materie daſelbſt dicke bey einander. Nach dieſem breitet ſie ſich immer weiter aus und wird endlich gantz kalt, daß er einem wie eine kühle Lufft entgegen gehet, wenn man die Hand, oder das Angeſicht dahin hält. Weil man auch alsdenn keine Näſſe fühlet; ſo läſſet es nicht anders als wenn der Wind bliese. Ich habe auch Federn, Papier und andere leichte Sachen an einem Faden aufgehangen, die von dem Dampffe nicht anders beweget worden, als wenn ſie der Wind hin und her wehete. Wie dieſes alles zugehet, läſſet ſich aus demjenigen, was in vorhergehenden Verſuchen ausgemacht worden, erklären. Wenn das Waſſer auf glüenden Kohlen lieget, wird es in einen Dampff aufgelöſet. Man ſiehet es nicht allein in der täglichen Erfahrung, wenn das Waſſer in einen Keſſel über das Feuer geſetzet wird; ſondern der gegenwärtige Verſuch zeigt es ſelbſt deutlich. Denn den Dampff ſiehet man mit Augen aus der Dampff-Kugel heraus fahren und das Waſſer hinge-

Beſchaffenheit des Dampfes, der heraus fähret.

Worinnen er mit dem Winde übereinkommet.

Urſache davon.

§. 171. gen nimmet darinnen ab. So bald kein Waſſer mehr darinnen vorhanden; ſo bald höret auch der Dampff auf. Weil nun aber dieſer Dampff nicht naß machet, wenn er ſich ausgebreitet hat; ſo ſiehet man daraus, daß das Waſſer ſich in ſo ſubtile Dünſte auflöſet, die einzeln nicht mehr naß machen. Ich ſage mit Fleiß: ſie machen einzeln nicht naß. Denn ein mehrers zeiget nicht der verſuch. Wir wiſſen ferner und ſehen es auch in gegenwärtigem Verſuche, daß die Dünſte aus dem Waſſer in die Lufft aufſteigen. Da nun ein Theil von der Dampff-Kugel mit Lufft erfüllet iſt; ſo ſteigen auch darinnen die Dünſte in die Höhe, und demnach iſt kein Zweiffel, daß die gantze Lufft innerhalb der Dampff-Kugel mit Dünſten erfüllet iſt, nicht anders als wenn ſie gantz und gar ein Dampff wäre, indem die enge Eröffnung der Röhre den Ausgang hindert und ſich daher die Dünſte innerhalb der Kugel ſammlen müſſen. Die Lufft, die oben in der Kugel iſt, bekommet eine Krafft ſich weiter auszubreiten, je mehr ſie erwärmet wird (§. 133.). Da nun ſolches durch die enge Eröffnung der Röhre nicht wohl geſchehen kan; ſo dringet ſie mit deſto gröſſerer Geſchwindigkeit heraus, je ſtärcker die Krafft iſt ſich auszubreiten und je enger die Eröffnung, als wodurch in ſolchem Falle wenig auf einmahl heraus kan. Dieſes iſt

Subtile Dünſte machen einzeln nicht naß.

Woher die geſchwinde Bewegung kommet.

§. 171.

ist eine Eigenschafft, die allem flüßigen Cörpern zukommet: denn wenn viel Materie durch einen engen Raum getrieben wird, so beweget sie sich mit desto grösserer Geschwindigkeit: wie wir auch künfftig bey den Sprützen es klärlich zeigen werden. Wir können es uns aber auch bey der Lufft gar deutlich vorstellen. Wenn die Lufft erwärmet wird und nicht gleich Freyheit hat sich auszubreiten; so bekommet sie dadurch eine Krafft, die geschickt ist, eine andere Materie mit einer gewissen Geschwindigkeit zu bewegen, die ihr im Wege stehet (§. 137.). Derowegen da der in der Kugel erwärmeten Lufft die mit Dünsten erfüllete in der Röhre wiedersiehet; so kan sie auch dieselbe vermöge ihrer ausdehnenden Krafft mit einem ihrer Grösse gemässen Grade der Geschwindigkeit bewegen. Nun wissen wir, daß die Bewegung der Lufft, wenn sie empfindlich ist, ein Wind genennet wird, und siehet man demnach die Ursache, warum hier aus der Kugel ein Wind bläset. Weil die Dünste ebenfals zugleich mit der Lufft schnelle heraus getrieben werden; so haben auch sie eine schnelle Bewegung und, weil sie so subtile sind, daß sie sich in der Lufft zertheilen können, uud wie die Lufft-Stäublein unsichtbahr werden, stellen sie gleichfals eine flüßige Materie vor, die der Lufft sehr nahe kommet, und vermehren

Warum sich die Lufft durch eine enge Eröffnung geschwinde beweget.

§. 171. daher den Wind, den die wenige Lufft nicht unterhalten könnte, die nach und nach mit aus der Kugel fähret. Das Wasser, wenn es sich in einen Dampff auflösen sol, muß im vollen Sieden seyn. Ein Dampff aber, der aus siedendem Wasser aufsteiget, ist sehr heiß, wie man täglich erfahren kan, wenn man die Hand in den Dampff hält, der von siedendem Wasser aus einem Kessel aufsteiget. Da nun derselbe noch alle seine Wärme, oder vielmehr Hitze bey einander hat, in dem er aus der Dampff-Kugel heraus fähret; so ist kein Wunder, wenn man ihn so heiß befindet, daß man ihn nicht an dem Finger leiden kan. Gleichwie aber die Lufft bald ihre Wärme fahren lässet, wenn sie von kälterer berühret wird (§. 134.); so darf es uns auch nicht wundern, daß die subtilen Dünste, welche der Lufft sehr nahe kommen, gleichfalls ihre Wärme bald fahren lassen, indem sie sich in der Lufft, die viel kälter als sie ist, ausbreiten. Man darf sich aber keines weges einbilden, als wenn diese Dünste kälter wären als die Lufft, die an dem Orte anzutreffen, wo wir den Versuch anstellen, weil sie kühle befunden werden, indem sie wieder das Gesichte stossen. Denn sie sind noch in schneller Bewegung, wenn wir aber auch Lufft uns durch einen Fächer zu wehen, so empfinden wir gleichfals, daß es kühle sey. Ob Lufft, oder subtile Dünste, welche

Warum der Wind aus der Dampff-Kugel heiß herausfähret.

Warum er bald kalt wird.

welche eine Materie ausmachen, die der Lufft sehr nahe kommet, schnelle beweget werden, ist wohl einerley. §. 171.

Und daher ist es auch kein Wunder, daß, wenn leichte Sachen darein gehangen werden, sie eben als wie von einem Winde beweget werden. Vielleicht werden einige einen Beweiß verlangen, daß die Dünste, welche aus der Dampff-Kugel kommen, eine flüßige Materie machen, welche der Lufft sehr nahe kommet. Alleine dieser Beweiß fället nicht schweer. Wir betrachten hier die flüßigen Materien nach der Art der Schweere, die sie haben. Weil nun die Dünste sich durch die Lufft zertheilen, die aus der Dampff-Kugel kommen, und darinnen nicht herunter fallen; so müssen sie bey nahe einerley Art der Schweere mit ihr haben und ihr also sehr nahe kommen.

Warum er leichte Sachen beweget.

Daß die Dünste der Lufft e sehr nah kommen.

§. 172. Wenn man vor den Dampff, der aus der Dampff-Kugel heraus fähret, eine glüende Kohle hält; so höret man nicht allein, wie derselbe als ein Wind mit einigem Ungestüme darwieder bläset, sondern man siehet auch, daß das Feuer immer stärcker angeblasen wird und daß in dem Orte, wo der Dampff anschläget, die Kohle schnelle verzehret wird, so daß man daselbst eine runde Grube verspüret, auch die Funcken herum fliegen siehet. Derowegen wenn man an die Dampff-Kugel eine krumme Röhre ACD machet, deren Eröffnung D

Warum die Dampff-Kugeln das Feue anblasen und andere Würckungen des Windes haben.

Tab. XV. Fig. 88.

§. 172. unter sich gehet, und man sie dergestalt auf die Kohlen leget, daß die Eröffnung gegen sie gerichtet ist; so wird sie das Feuer, welches das Wasser in ihr in einen Dampff auflöset, selbst aufblasen. Ich habe schon vorhin erwiesen, daß der Dampff, welcher aus der Dampff-Kugel kommet, eine fliessende Materie ausmache, die der Lufft sehr nahe kommet, auch nicht naß machet, und dabey schnelle beweget werde (§. 171.). Da nun die Lufft, welche aus einem Blasebalge schnelle heraus getrieben wird, das Feuer anbläset, wie aus der täglichen Erfahrung bekannt ist; so muß auch dieser Dampff eben dergleichen thun können. In der nähe sind die Dünste noch dichter bey einander. Und wir werden inskünftige (§. 85. T. II. Exper.) sehen, daß sie nichts als lauter kleine Bläselein sind, die eine subtile Lufft aus einander treibet. Da nun auf der glüenden Kohle die eingeschlossene Lufft noch mehr erhitzet wird, dehnet sie die Bläselein noch stärcker aus, daß sie zerspringen (§. 133.). Und davon entstehet die besondere Art des Schalles, welches man bey dem Anblasen vernimmet. Je weiter die Dünste aus einander fahren, je schwächer wird ihre Bewegung, indem sie durch den Wiederstand der Lufft beständig abnimmet. Derowegen wenn man eine Kohle etwas zu weit weg hält, so vermag auch der Dampff sie nicht mehr anzublasen. Man kan auch dar-

Woher das Geräusche im Aufblasen kommet.

Warum die Kohle nur in der Nähe angeblasen wird.

§. 172.

daraus ſehen, daß die Bewegung der ausgebreiteten Dünſte ſchwächer iſt, weil die leichten Materien ſtärcker beweget werden, die man nahe bey der Dampff-Kugel, als weit davon hinein hänget. Es erhellet demnach, daß dieſer Dampff faſt einerley iſt mit der Lufft, die aus einem Blaſebalge geblaſen wird. Derowegen was man mit ihr ausrichtet, das muß man auch durch jenen zu wege bringen. Und daher wird es niemanden befremden, wenn er ſiehet, daß die Dampff-Kugel ein Licht ausbläſet, wo der Dampff noch ſtarck genung iſt; hingegen in der Weite, wo er ſchwach wird, die Flamme nur hin und her beweget.

Ob man den Urſprung des Windes durch die Dampff-Kugel erklären kan.

§. 173. Lufft, die ſchnelle beweget wird, machet einen Wind, denn der Wind iſt nichts anders als eine ſchnelle Bewegung der Lufft. Da nun der Dampff, welcher aus der Dampff-Kugel geblaſen wird eine Materie iſt, welche der Lufft ſehr nahe kommet, auch ſchnelle beweget wird (§. 171.); ſo iſt er einem Winde gleich. Und daher haben ſchon die alten Naturkündiger vermeinet, man könne durch die Dampff-Kugeln den Urſprung der Winde erklären. Vitruvius meinet demnach, es enſtünde der Wind, wenn die Hitze die Feuchtigkeit in Dampff auflöſete und ihn durch ihre Krafft ungeſtümlich triebe (a) Carteſius ſuchet es noch

Vitruvii Meinung.

Carteſii Erläuterung.

(a) lib. 1. c. 6. conf. Rivium in Com. f. 86.

§. 173. derſelben. es noch umſtändlicher zu erklären, wie die Dünſte, welche eine Krafft haben ſich durch einen gröſſern Raum auszubreiten, ſolches zu thun gehindert werden entweder durch andere Dünſte, die in andern Orten neben ihnen in der Lufft ſind, oder durch Wolcken, oder durch Berge, nach dieſem aber, wenn ſie Freyheit bekommen, ſich weiter ausbreiten und dadurch einen Wind verurſachen (b)

Worauf man bey Erklärung des Windes zu ſehen hat. Allein wenn man durch die Dampff-Kugeln den Urſprung des Windes erklären will; ſo iſt nicht genung, daß dadurch ein Wind, oder vielmehr dem Winde ähnliche Bewegung entſtehet, ſondern man muß auch verſichert ſeyn, daß die Bewegung der Lufft, darinnen der Wind beſtehet, eben auf die Art und Weiſe hervor gebracht wird, als wie die Bewegung der Dünſte aus den Dampff-Kugeln erfolget. Denn ſonſt verfahren wir nicht beſſer, als der gemeine Mann, nach deſſen Begriffe ſich die Mahler richten, welcher, indem er ſiehet, daß er durch Blaſen einer bey dem Winde ähnliche Bewegung hervor bringen kan, die Urſache des Windes ſich einbildet als einen Menſchen, oder ein dem Menſchen wenigſtens in etwas ähnliches Weſen, welches aus einem weit entlegenen Orte aus

(b) Meteoror. c. 4. §. 3. p. m. 174. 175.

§. 173.

aus den Wolcken ſtarck heraus bläſet. Und gewiß kommet die durch das Blaſen des Mundes bewegte Lufft mit dem Winde mehr überein, als die ſchnelle bewegten Dünſte, welche aus der Dampff-Kugel durch die Hitze der glüenden Kohlen getrieben werden. Man kan durch einen Blaſebalg einen Wind erregen: allein deswegen dienet der Blaſebalg nicht den Urſprung des Windes zu erklären, weil die Natur den Wind nicht auf eine ſolche Art hervor bringen kan. Wenn wir aber genau erwegen, wie durch die Dampff-Kugeln ein Wind hervor gebracht wird; ſo werden wir finden daß dieſe Manier ſich ſo wenig für die Natur als der Blaſebalg ſchickt. Nemlich die Dünſte werden hier ſchnelle beweget, in der Natur aber die Lufft ſelbſt nebſt denen Ausdünſtungen, die in ihr ſind, und iſt nicht allzeit nöthig, das die Ausdünſtungen in einer groſſen Menge die Lufft erfüllen, wenn ein Wind entſtehen ſoll. Die Dünſte erhalten ihre Bewegung durch die ausdehnende Krafft der Lufft, weil ſie ihr nicht ſchnelle genung ausweichen können, indem ſie in der Röhre eingeſchloſſen ſind und nur durch eine enge Eröffnung ihren Ausgang finden. Wo werden ſie aber in der Natur eingeſchloſſen und wo finden ſie einen engen Ausgang? Was Carteſius annimmet, iſt weder erwieſen, noch hinlänglich. In der

Unterſcheid des Windes aus der Dampff-Kugel und des natürlichen.

§. 173. Dampff-Kugel treibet die Wärme die Dünſte, indem ſie die ausdehnende Krafft der Lufft vermehret: was treibet ſie aber in der Natur? Carteſius nimmet an, daß ſie vor ſich eine Krafft haben ſich durch einen gröſſeren Raum auszubreiten: allein dieſes hat er nicht gewieſen und wird es auch wohl niemand anders erweiſen. Wir finden alſo wenig Troſt in den Dampff-Kugeln, wenn wir den Urſprung der Winde gründlich erklären wollen.

Ob das Waſſer in den Dampff-Kugeln in Lufft verwandelt werde.

§. 174. Weil die Dünſte, welche mit einem Ungeſtüme aus der Dampff-Kugel heraus fahren, einen Wind machen, der das Feuer anbläſet, da ſonſt das Waſſer das Feuer auslöſchet: ſo haben ſich einige eingebildet, als wenn das Waſſer ſich in Lufft verwandeln lieſſe. Derowegen da man vor dieſem, ob zwar mit Ungrunde (§. 17.), Erde, Feuer, Waſſer, und Lufft für die vier Elemente gehalten, durch deren Vermiſchung alle Cörper in der Natur entſtünden; ſo hat man auch durch die Dampff-Kugeln zu behaupten vermeinet, daß ein Element ſich in ein anderes verwandeln lieſſe: welche Verwandelung eines Elementes in das andere man die *Tranſelementation* genennet. Damit ich nun aber zeigen möchte, daß keine Tranſelementation hier ſtat findete, ſondern die Dünſte, welche die Dampff-Kugel ausbläſet, keine Lufft, ſon-

Verſuch, der das Gegentheil zeiget.

§. 174. Tab. XV. Fig. 87. 89.

ſondern noch Waſſer wären: ſo habe ich ein Cylindriſches Gläſelein HI gegen die Eröffnung der Dampff-Kugel E gehalten, wo der Dampff noch dicke bey einander iſt, damit er in das Gläſelein HI zum Theil hinein gefahren, zum Theil aber daran zurücke geprallet. Alsdenn habe ich nicht allein wahr genommen, daß das Glaß inwendig überall naß worden, als wie wenn der Schweiß an den Fenſtern zu zerflieſſen beginnet, ſondern auch endlich unten in I Waſſer zuſammen gelauffen, indem viele Dünſte in Tropffen zuſammen gefloſſen. Man darf nicht ſagen, daß die Kälte die Lufft wieder in Waſſer verwandele, wie diejenige haben wollen, welche die Transelementation behaupten. Denn das Gläſelein iſt ſo heiß, daß man es mit den bloſſen Fingern nicht halten kan: allein ich habe mit Fleiß ein kleines und enges genommen, damit man deſtoweniger der Ausflucht Raum geben darff, als wenn die Kälte die Lufft wieder in Waſſer verwandelte und der Dampff kein Waſſer wäre. Unterdeſſen iſt merckwürdig, daß, wenn man den Dampff in das Glaß gerade hinein fahren läſſet, er an den Boden deſſelben anſtöſſet und wieder zurücke prallet und zu der Eröffnung heraus fähret, welches noch bequemer geſchiehet, wenn man ihn nur an die Eröffnung des Glaſes ſchräge

Wind aus der Dampff Kugel läſſet ſich reflectiren.

§. 174. schräge fallen lässet, damit der zurücke prallende den einfallenden in seiner Bewegung nicht hindert. Und in diesem Falle ist ein grosses Glaß bequemer, als ein kleines Gläselein. Wenn der Dampff so schräge einfället, so machet er in Gläsern mit engen Eröffnungen und Hälsen ein erbärmliches Geheule, wie unterweilen der Wind verursachet, wenn er in enge Gegenden hinein bläset.

Feuriger Wind.

§. 175. Damit ich aber desto besser zeigen möchte, daß flüßige Materie in den Dampff-Kugeln nur in Dünste aufgelöset werde, keinesweges aber sich in Lufft verkehre; so habe ich in Spiritu vini Kampffer aufgelöset und damit die Dampff-Kugel gefüllet (§. 170.). Als ich nun dieselbe, wie vorhin (§. 171.), auf glüende Kohlen geleget; hat der Wind viel geschwinder zu blasen angefangen, auch viel stärcker als vorhin, und der Dampff ist weniger zu sehen gewesen.

Spiritus vini giebt subtilere Dünste als das Wasser.

Woraus erhellet, daß der Spiritus vini sich geschwinder in Dünste auflösen lasse als das Wasser, auch in subtilere, und diese daher in einer grösseren Menge auf einmahl ausdämpffen. Als ich das Gläselein HI gegen die Eröffnung der Röhre hielt, oder auch die Eröffnung der Röhre gar hinein steckte; prallete der Wind wieder zurücke und der Spiritus sammlete sich darinnen, wie vorhin das Wasser (§. 174.). Er behielt

§. 175.

hielt auch ſeinen Kampffer-Geruch und Geſchmack, ja an einigen Orten legte ſich der Kampffer an. Ließ man dieſen Dampff in dieſes Gläſelein, oder ein anderes Glaß mit einer engen Eröffnung und einem engen Halſe ſchräge hinein fahren; ſo verurſachte er abermahls ein erbärmliches Heulen. Was aber hier beſonders war; ſo entzündete ſich der Dampff und ſahe nicht anders aus, als wenn die Kugel beſtändig Feuer ausſpeyete, wenn man ein brennendes Licht dergeſtalt unweit der Eröffnung hielt, daß der Dampff durch die Spitze der Flamme fuhr, aber nicht das Dacht erreichete, denn ſonſt löſchte das Licht aus. Dieſe Flamme fuhr mit einem ſolchen Ungeſtüme fort, als etwan bey nächtlicher Weile das Geräuſche iſt, welches das Waſſer über einem Wehre erreget. Dieſe Flamme zündete alles gleich an, was darein gehalten ward und verlöſchte den Augenblick, wenn das Licht weggenommen ward; kam aber bald wieder, wenn man es von neuem hinſtellete. Es iſt bekannt, daß ſowohl der Kampffer, als der Spiritus vini verbrennliche Materien ſind, die ſich bald entzünden und gantz und gar verbrennen, wenn ſie eine Flamme berühret. Da nun der Dampff, welcher aus der Dampff-Kugel fähret, ſich noch ſo entzündet, wie der Kampffer und Spiritus vini, unerachtet er ſo ſubtile iſt, daß man ihn kaum

Dieſe Dünſte laſſen ſich anzünden.

Bleiben Spiritus vini.

§. 175. kaum ſehen kan: ſo erkennet man hieraus, daß die ſubtilen Dünſte noch Spiritus vini ſind, darinnen Kampffer aufgelöſet worden, das iſt, die hin und wieder in ihrer Höhle kleine ſubtile Kampffer-Theile in ſich haben. Und demnach wird hierdurch nicht allein beſtetiget, daß in den Dampff-Kugeln der Spiritus vini und andere flüßige Materien nicht in Lufft verwandelt werden; ſondern auch daß über die maſſen kleine Theile von dem ſpiritu vini und Kampffer, auch anderen flüßigen Materien, nichts als eben ſpiritus vini, Kampffer und andere dergleichen flüßige Materien ſind. Wer es noch mit anderen flüßigen Materien verſuchen will, der wird gleichfalls befinden, daß ſie im Ausdämpffen ihren Geruch behalten.

Kampffer wird darinnen ſubtil auf gelöſet.

Beſonderer Gebrauch der Dampff-Kugeln.

§. 176. Und hierdurch erhalten die Dampff-Kugeln einen beſonderen Gebrauch, den auch Rivius (d) angemercket. Nemlich wenn man ſie mit wohlriechenden Waſſer füllet und dieſes auf glüenden Kohlen ausdämpffen läſſet; ſo wird dadurch die Lufft im Zimmer mit einem angenehmen Geruche erfüllet.

Tab. XV. Fig. 88.

Wie die Dampff-Kugeln Waſſer ausſpeyen.

§. 177. Wenn man die Dampff-Kugel dergeſtalt leget, daß die Röhre AE niedergwarts gebogen wird; ſo ſpeyet ſie Waſſer aus viel ſchneller als aus einer Sprütze fähret,

(b) loc. cit.

§. 177. und Spring-Brunnen abgeben

fähret, und unterweilen ſprüet es recht, das iſt, das Waſſer breitet ſich aus, zertheilet ſich in Tropffen und dieſe werden mit einem Geräuſche nach der Seite hin und her geſprützet. Nemlich in dem erſten Falle, da das Waſſer heraus ſprützet wie aus einer Sprütze, ſetzet ſich daſſelbe vor und in die Röhre. Ueber dem Waſſer iſt die mit Dünſten erfüllete Lufft, welche die Wärme ausbreiten will (§. 133.). Da ihr nun das Waſſer wiederſtehet, ſtöſſet ſie es durch die enge Röhre und inſonderheit ihre enge Eröffnung als wie durch eine Sprütze heraus. Denn es iſt einerley, ob das Waſſer durch den Stempel, oder durch die ausdehnende Krafft der Lufft durch eine enge Eröffnung heraus getrieben wird. In dem andern Falle iſt die Röhre nicht völlig mit dem Waſſer verſetzet, ſondern die Dünſte, ſo darauf drucken, ſtoſſen es unterweilen ein wenig weg, und fahren einige davon mit durch. Dieſe zertheilen das Waſſer und breiten es aus, und davon kommet es, daß es in Tropffen zertheilet und hin und wieder getrieben wird. Wenn man demnach eine Dampff-Kugel AB mit einer gekrümmeten Röhre BC hat, die man dergeſtalt legen kan, daß der Eingang in die Röhre B unten, die enge Eröffnung C beſtändig oben iſt, ſo lieget auch das Waſſer beſtändig vor dem Eingange der Röhre und wird durch die ausdehnende

Tab. XV. Fig. 90.

§. 177. nende Krafft der über ihm mit Dünsten erfülleten und sehr heiß gewordenen Lufft durch die Eröffnung C in die Höhe getrieben und also springet das Wasser daraus als wie aus einem Springbrunen. Auf solche Weise kan man auch die Dampff-Kugeln als Springbrunnen gebrauchen. Allein da wir an seinem Orte zeigen werden, wie wir durch die erwärmete Lufft Springbrunnen machen können; so haben wir die Dampff-Kugeln dazu nicht nöthig. Unterdessen habe ich hier alles erklären müssen, was damit vorgehet, damit wir völlige Erkäntniß davon hätten. Wir sehen übrigens, daß man durch die Dampff-Kugeln insonderheit lernet, daß die Wärme flüßige Materien zwar in sehr kleine Theile auflöset, die doch aber eben von der Art sind, wie die Materie, welche aufgelöset wird.

Das 8. Capitel.

Von der Schweere der Cörper in flüßigen Materien.

§. 178.

Schweere Cörper wiegen weniger im Wasser als in der Lufft.

DJe Schweere der Cörper in flüßigen Materien zu untersuchen habe ich einen Würffel aus Alabaster machen lassen, der zwar 1 Zoll lang, breit und dicke seyn sollte, aber von dem Künstler nicht völlig diese Grösse bekommen hatte, son-

§. 178.

sondern 1 Zoll und 8 Scrupel, ja in einer Seite 1 Zoll und 1 Linie breit war, und demnach etwas mehr als einen Cubic-Zoll ausmachte. Damit ich diesen Würffel bequem an eine Wage hängen könnte; so habe in ein Pferde-Haar eine Schlinge geknüpfft und das andere Ende des Haares durchgesteckt, damit ich den Würffel Creutzweise umschlingen konnte. Man nimmet deswegen Pferde-Haar, weil dasselbe fast einerley Schweere mit dem Wasser hat und daher kein Irrthum in die Versuche einschleichen kan, wo man alles genau zu bestimmen vonnöthen hat: welches in gegenwärtigem Falle nach der Absicht, die wir dabey haben, eben nicht nöthig ist. Daher kan man in diesen Versuchen auch wohl nur einen Zwirns-Faden brauchen, wenn man nemlich weiter nichts suchet als diejenigen Lehr-Sätze durch die Erfahrung zu bestetigen, welche in der Hydrostatick von der Schweere der festen Cörper in flüßigen Materien erwiesen worden. An das andere Ende des Pferde-Haares habe ich gleichfalls eine Schlinge gemacht und damit an die Wage neben die Wage-Schaale dergestalt angehangen, daß er ein gutes Theil bis unter die Wage-Schaale reichete. Will man auch die Wage-Schaale gar wegnehmen, so stehet es einem frey und ist viel bequemer: nur muß man alsdenn die Schweere der Wage-Schaale, mit

Warum man die Cörper an Pferde-Haare ins Wasser hänget.

§. 178. ihren Schnüren und dem Hacken von der anderen Seite mit zu der Schweere des Gewichtes rechnen. So bald der Würffel an der Wage feste hieng, habe ich durch Gewichte, die ich auf die Wage-Schaale von der andern Seite geleget, die Wage in wagerechten Stand gesetzet und gefunden, daß der Würffel 3 Untzen und 32 Gran wog. Tab. XV. Fig. 91. Ich goß hierauf Wasser in ein weites Bier-Glaß AB und hängete den Würffel CD hinein. Solte er nun im Wasser bleiben und die Wage inne stehen, so muste ich von dem Gewichte 1 Untze 2 dr. 40 Gran wegnehmen, und demnach wog er im Wasser um so viel weniger als in der Lufft. Nun ist klar, daß der Würffel im Abwiegen nicht anders anzusehen ist als ein schweerer Cörper und zwar, weil er im Wasser untersincket, als ein Cörper, der schwerer ist als das Wasser: und demnach zeiget gegenwärtiger Versuch überhaupt, daß ein Cörper, der schweerer ist als das Wasser, im Wasser weniger wieget als in der Lufft.

Wie viel ein Cörper von seiner Schweere im Wasser verlieret.

§. 179. Ein Cubic-Zoll Wasser wieget 1 Untze und 15 Gran (§. 7.). Derowegen verlieret unser Würffel mehr von seiner Schweere im Wasser, als ein Cubic-Zoll Wasser wieget, 2 dr. 25 Gr. Wenn der Würffel über 1 Zoll 8 Scrupel breit wäre, so hielte er über einen Cubic-Zoll bey nahe

§. 179. Wird 1 erwiesen.

he 260 Cubic-Linien; allein in gegenwärtigem Falle hält er etwas mehr (§. 178.). Nun wiegen 260 Cubic-Linien bey nahe 129 Gr. oder 2 dr. 9 Gr. (§. 7.) und demnach verlieret der Würffel etwas mehr von seiner Schweere im Wasser als ein Würffel Wasser wieget, dessen Seite 1 Zoll 8 Scrupel hält. Derowegen da der Würffel, welcher im Wasser hanget, etwas gröſſer ist (§. 178.); so kommet es mit demjenigen, was in der Hydrostatick erwiesen wird, gar wohl überein, daß er nemlich so viel von seiner Schweere verlieret als das Wasser wieget, was mit ihm einerley Raum einnimmet.

2. Durch einen Versuch bestetiget.

Ob nun zwar dieses aus dem vorhergehenden Versuche zur Gnüge erhellet; so habe ich es doch für rathsamer gehalten solches noch durch einen besonderen Versuch zu zeigen. Ich habe zu dem Ende ein kleines Gefäßlein von Bleche ABCDGEF verfertigen lassen, darein sich der Würffel gantz genau schicket, welches demnach bey nahe eben die Gröſſe hat, die der Würffel hat. Diesen Würffel habe ich auf einer Wage mit einem Gewichte in wagerechten Stand gesetzet und nach diesem voll Wasser gegossen, daß die Wage von der Seite, wo das mit Wasser erfüllete Gefäßlein stund, einen Ausschlag gab. Als ich nun das Gewichte, welches der Würffel im Wasser weniger wog als in der Lufft auf die ande-

Tab. I. Fig. I.

§. 179. re Wage-Schaale gegen über legete; so kam die Wage bey nahe wieder in vorigen wagerechten Stand. Daß etwas weniges fehlete, war sich nicht zu verwundern. Es muste das Wasser allerdings einige Gran mehr wiegen, nicht allein weil der innere Raum des Gefässes ein wenig grösser war als der Würffel, indem er nicht überall gantz genau daran passete; sondern auch das Wasser eine etwas erhabene Fläche bekommet, daß es in der That ein wenig mehr Raum einnimmet als der Würffel. Man siehet demnach hieraus zur Gnüge, daß der Würffel von Alabaster so viel von seiner Schweere verlohren, als das Wasser wieget, welches mit ihm einerley Raum einnimmet. Wäre der Würffel gantz genau ein Cubic-Zoll gewesen, so würde er auch so viel von seiner Schweere verlohren haben als ein Cubic-Zoll Wasser wieget. Man siehet hieraus ferner, daß der Abgang des Gewichtes sich nach der Grösse und nicht nach der Schweere des Cörpers richtet. Damit aber dieses desto mehr erhellen möchte, habe ich noch einen Würffel von eben der Grösse von Zinn machen lassen und gefunden, daß er nicht mehr als der vorige von seiner Schweere verlohren, unerachtet er gar viel mehr wog als der von Alabaster, nemlich er war 11 Untzen 1 dr. 48 Gr. schweer. Weil nun Cörper von gleicher Grösse gleichviel von

Abgang des Gewichtes im Wasser richtet sich nach der Grösse des Cörpers, nicht nach der Schweere.

§. 179. Cörper von leichterer Art verlieren mehr von ihrer Schweere als die von schwererer.

von ihrer Schweere verlieren; so muß freylich der von leichterer Art einen gröſſeren Theil von seiner Schweere verlieren, als der von einer schweereren Art. In unseren Versuchen verlohr sowohl der Würffel von Alabaster, als der von Zinn 1 Untze 2 dr. 40 Gr. (§. 178.), oder 640 Gr. Nun wieget der von Alabaster 3 Untzen 32 Gran, oder 1472 Gr. der von Zinn 11 Untzen 1 dr. 48 Gr. oder 5388 Gr. Und demnach verlieret der von Alabaster etwas über $\frac{43}{100}$, der von Zinn über $\frac{11}{100}$ von seiner Schweere (§. 118. Arithm.), das ist, jener bey nahe die Helffte, dieser etwas mehr als den zehenden Theil (§. 78. Arithm.).

Wo die Schweere hinkommet, welche der Cörper im Wasser verlieret.

§. 180. Es kommet den meisten anfangs fremde vor, wie es möglich ist, daß ein Theil der Schweere kan verlohren gehen, da von der Materie des Cörpers nichts abgehet und gleichwohl die Schweere durch die Materie gleich zertheilet ist. Als z. E. in unserem Falle wiegen gleich grosse Stücke von Alabaster und Zinn gleich schweer. Beyde Würffel wiegen im Wasser weniger und dennoch gehet keinem von beyden etwas an seiner Materie ab. Damit ich nun zeigen möchte, wo diese Schweere hinkäme; habe ich das Glaß mit Wasser, darein ich die Würffel gehangen hatte, auf eine Wage-Schaale gesetzet und durch ein Gewichte auf der anderen Wage-Schaale an einer Wa-

§. 180. ge in wagerechten Stand auf das genaueſte geſetzet. So bald als ich den Würffel in das Waſſer hieng, gab auch die Wage von der Seite, wo das Glaß mit Waſſer ſtund, einen Ausſchlag, und ſie kam nicht wieder in ihren wagerechten Stand, als bis ich auf die andere Wage-Schaale 1 Untze 2 dr. 40 Gran legete, ſo viel nemlich als der Würffel im Waſſer von ſeiner Schweere verlohren hatte. Und hieraus war klar, daß die Schweere, welche dem Cörper im Waſſer abzugehen ſcheinet, in der That nicht verlohren gehet, ſondern vielmehr dem Waſſer zuwächſet und ſeine Schweere vermehret. Weil nun derjenige Theil der Schweere, welchen der Cörper im Waſſer zu verlieren ſcheinet, zugleich mit dem Waſſer drucket; ſo muß der Cörper ſo viel auf das Waſſer drucken. Und demnach erhellet, daß ein Cörper, er mag ſo ſchweer ſeyn als er immer mehr will, doch nicht auf das Waſſer mehr drucken kan, als ſo viel Waſſer drucket, was mit ihm einerley Raum einnimmet. Man verſpüret dieſen Zuwachs in der Schweere des Waſſers, auch wenn man den Faden, daran der Würffel hänget, mit der Hand hält. Und alſo können wir in dem Waſſer nicht verhüten, daß der Würffel nicht einmahl wie das andere darauf druckete, wenn wir ihn gleich halten. Wir können nemlich niemahls mehr halten, als

Schweere, die dem Cörper im Waſſer abgehet, wächſet dieſem zu.

Wie viel ein Cörper auf das Waſſer drucket.

als ihm das Waſſer durch ſeinen Wiederſtand übrig läſſet. §. 181.

§. 181. In denen bisherigen Verſuchen wird das Waſſer nur angeſehen als eine Materie, die ſchweer iſt. Und demnach begreiffet ein jeder, daß alles dieſes auch in anderen flüßigen Materien erfolgen muß, was in dem Waſſer geſchiehet. Nemlich auch in anderen flüßigen Materien muß ein Cörper leichter wiegen, als in der Lufft und, da auch die Lufft ſchweer iſt (§. 86.), in der Lufft weniger als in einem von Lufft leerem Raume. In einer jeden flüßigen Materie muß ein Cörper ſo viel von ſeiner Schweere verlieren, als von ihr mit ihm einerley Raum einnimmet, z. E. ein Cubic-Zoll von Alabaſter oder Zinn muß ſo viel von ſeiner Schweere im ſpiritu vini verlieren, als ein Cubic-Zoll ſpiritus vini wieget und ſo viel von ſeiner Schweere in der Lufft als ein Cubic-Zoll Lufft wieget. Es iſt ferner klar, daß in einem jeden flüßigen Cörper die Schweere, welche ein anderer in ihm verlieret, ſeiner Schweere zuwächſet. Unterdeſſen damit man auch alle dieſe Wahrheiten durch die Erfahrung beſtetiget ſehen möchte; ſo habe nachfolgende Verſuche angeſtellet. Ich habe anfangs den Würffel von Alabaſter in ſpiritu vini abgewogen, welcher noch viel wäſſeriges bey ſich hatte, und befunden, daß er 1 Untze 1 dr. 4 Gr. weniger als in der

Beſchaffenheit der Schweere der Cörper in allen flüßigen Materien.

Verſuche, die zum Ueberfluſſe angeſtellet worden.

§. 181. Lufft gewogen. Nach diesem habe ich spiritum vini in das Gefäßlein gegossen, darein der Würffel genau passet, und gefunden, daß er 1 Untze 1 dr. 4 Gr. wieget und also eben so viel, als der Würffel von seiner Schweere verlohren. Ich habe auch den zinnernen Würffel im spiritu vini abgewogen und erfahren, daß er darinnen eben so viel als der von Alabaster von seiner Schweere verlohren, und es demnach hier nicht auf die Schweere, sondern bloß auf die Grösse des Cörpers ankommet. Endlich habe ich auch das Glaß mit spiritu vini auf die Wage gesetzet und nach diesem den Würffel von Alabaster hinein gehangen, da ich abermahl gefunden, daß der spiritus vini 1 Untze 1 dr. 4 Gr. mehr als vorhin gewogen, ehe der Würffel hinein gehangen ward. An stat des spiritus vini habe ich es auch im Weine und der Milch versuchet, mit eben diesem Fortgange, wie man es leicht erachten kan. Und demnach erhellet auch aus der Erfahrung, daß alles dasjenige, was erst jetzt aus den Versuchen von dem Wasser zusammen gezogen worden, bey einer jeden fliessenden Materie stat finde. In der Lufft kan es sehr wenig betragen. Denn ein Cubic-Zoll Lufft wieget nicht viel über einen halben Gran (§. 86.) und demnach verlieret unser Würffel nicht viel über einen halben Gran darinnen von seiner Schweere. De-

Cörper verlieren wenig Schweere in der Lufft.

rowe-

§. 181.

rowegen wenn die Lufft ausgepumpet wird, in welcher er hänget, muß er in dem leeren Raume einen halben Gran mehr wiegen als vorhin: welches aber so was weniges ist, daß man nicht darauf zu sehen hat. Und daher pfleget es auch zu geschehen, daß man die Gewichte der Cörper in der Lufft für ihre wahre Gewichte annimmet, ob sie gleich in der That etwas zu kleine sind. Unterdessen, wenn etwas daran gelegen wäre, daß man das Gewichte eines Cörpers gantz genau wissen wolte, wie es nemlich in einem von Lufft leerem Raume befunden wird; so ist solches nicht schweer zu finden, wenn man nur die Grösse des Cörpers weiß. Denn da ein Cubic-Schuh 585 Gr. oder bey nahe 2 Loth und 2 Quintlein wieget (§. 86.); so darf man nur auf jeden Cubic-Schuh so viel abziehen. Gemeiniglich aber ist nichts daran gelegen zu wissen, was die Cörper in einem leeren Raume wiegen, indem wir mit ihnen nur in der Lufft zu thun haben.

Schweere Cörper wiegen weniger in der Lufft als in einem leeren Raume.

§. 182. Unterdessen weil gleichwohl dieses eine Wahrheit ist, daran man insgemein nicht zu gedencken pfleget, und daher einem fast unglaublich vorkommet, der sie das erste mahl höret, zumahl wenn er in den Hydrostatischen Wahrheiten noch nicht genung geübet ist, so habe ich mich solches durch einen Versuch zu zeigen bemühet.

§. 182. Warum eine Schnell-Wage zum Versuche dienlich.

Weil der Abgang des Gewichtes klein ist, nemlich in einem Cörper von ein paar Cubic-Zollen nur etwan ein Gran (§. 86.), hingegen die Schnell-Wage ein kleines Gewichte empfindlich machet (§. 117.); so habe ich leicht gesehen, daß sich hierzu eine Schnell-Wage am besten schicket. Und demnach habe ich gefunden, daß dieser Versuch einerley sey mit demjenigen, den Boyle (a) angestellet, wenn er die Lufft in einem von Lufft leerem Raume abwiegen wollen. Ich habe demnach eine Schnell-Wage verfertigen lassen, daran die Wahre, welche abgewogen wird, von dem Ruhe-Puncte höchstens sieben, wenigstens dreymahl so weit entfernet seyn kan als das Gewichte. Wenn nun ein Cörper im leeren Raume damit gewogen wird, der zwey Cubic-Zoll groß ist und daher einen Gran schweerer wird; so wieget er an der Schnell-Wage wenigstens 3, höchstens 7 Gran mehr als in der Lufft und kan daher einen Ausschlag verursachen, der mercklich ist, sonderlich im letzten Falle. Der Balcken AB bestehet aus Meßing, die Axe in C aber, daran der Balcken aufliegt, aus Stahl, und ist, damit die Wage schnelle ziehen kan, eben so zubereitet, wie in der grossen Schnell-Wage. Weil man hier nur fraget, ob der Cörper in einem leeren Raume weniger wieget, als in

Tab. XVI. Fig. 92. Beschreibung derselben.

(a) de vi aëris elastica.

§. 182.

in der Lufft, nicht aber eben wie viel er weniger wieget, indem man in einen leeren Raum nicht hinein kommen und auf Wage-Schaalen Gewichte legen und hinwegnehmen kan, und demnach bloß wahrnehmen darf, ob die Wage einen Ausschlag giebet, nicht aber zu wissen nöthig hat, wie viel ihr Ausschlag beträget: so ist eben nicht nöthig, daß man erst ein Zünglein und ein Behältniß davor an die Wage machet, um zu sehen, ob die Wage genau inne stehet. Will man aber gleichwohl doch besser auch einen geringen Ausschlag mercken, so kan man ein Zünglein daran machen und oben an dem Gestelle, wo die Axe auf lieget, ein Zeichen, dabey man mercken kan, ob die Wage genau inne stehet, oder nicht. Der kurtze Arm AC ist wie eine Säge oben eingeschnitten, damit man das Gewichte an dem Orte feste anhängen kan, wo es mit dem Cörper genau in wagerechtem Stande stehet. Das Gestelle hat einen Circulrunden Fuß SF, daran eine Schraube H gelöthet ist, damit man es auf den Teller der Lufft-Pumpe anschrauben kan. In G ist ein Loch, welches bis durch die gantze Schraube gehet, damit dadurch die Lufft aus der Glocke, welche darüber gedecket wird, in die Lufft-Pumpe fahren kan und man auch wiederum Lufft nach Gefallen unter die Glocke lassen mag. An diesen Fuß

ist

§. 182.

Beſchreibung des Verſuches.

iſt eine Säule DE gelöthet, die oben eine doppelte Gabel DI hat, darauf die Axe der Wage auf lieget. In B wird eine ſtarck aufgeblaſene Lamms-Blaſe gebunden und mit dem Gewichte K in wagerechten Stand geſetzet. Wenn nun eine breite Glocke, damit die Wage nirgends anſtöſſet, darüber geſetzet und die Lufft ausgepumpet wird; ſo mercket man augenſcheinlich, daß ſich die Blaſe nieder giebet und einen Ausſchlag verurſachet. Demnach iſt klar, daß die Lufft in dem leeren Raume mehr wieget, als in der Lufft. Es iſt wohl nicht zu leugnen, daß es eigentlich die Lufft iſt, welche die Blaſe erfüllet, dadurch der Ausſchlag verurſachet wird. Denn weil eine aufgebundene Blaſe in der Lufft ſo viel von ihrer Schweere verlieret als die Blaſe wieget, welche eben ſo viel Raum einnimmet wie die Blaſe (§. 181.), die Blaſe aber an ſich ſehr wenig Raum einnimmet in Anſehung der Lufft, die ſie ausdehnet; ſo verlieret ſie von ihrer Schweere ſo viel als die Lufft wieget, die in ihr iſt. Es iſt zwar die Lufft in der Blaſe etwas mehr zuſammen gedruckt, als die äuſſere, und vermehret daher die Schweere der Blaſe auch in der Lufft: allein dieſes träget in ſo einer kleinen Blaſe gantz was weniges aus (§. 86.) und haben wir nicht nöthig hier darauf zu ſehen. Demnach wieget die Blaſe in der Lufft um ſo viel we-

§. 182. Wie viel eine aufgeblasene Blase im Lufft-leerem Raume mehr wieget.

weniger als in einem leeren Raume, wie viel die Lufft in ihr wieget. Allein dieses schadet unserem gegenwärtigen Vorhaben nicht im geringsten. Denn so lange die Lufft in der Blase eingeschlossen ist, macht sie mit ihr einen schweeren Cörper aus, und gilt gleichviel, ob die Schweere von ihr oder einer andern Materie kommet. Wenn es möglich wäre auch eine andere Materie von gleicher Schweere, wie die mit Lufft erfüllete Blase durch einen solchen Raum auszubreiten, wie sie einnimmet; so würde sie mit ihr sowohl in der Lufft als im leeren Raume einerley Gewichte haben. Und zeiget demnach gegenwärtiger Versuch zur Gnüge, daß ein schweerer Cörper in der Lufft weniger wieget als in einem leeren Raume. Hierzu lasse ich den gegenwärtigen Versuch gelten: wenn man aber dadurch zeigen will, daß die Lufft schweer sey, so ist es überflüssig, indem man es viel besser auf andere Art erweisen kan (§. 86.). Man nimmet eine Blase dazu, weil sie in einem kleinen Raume viel von ihrer Schweere verlieret: wodurch der Unterscheid des Gewichtes in der Lufft und im leeren Raume desto merklicher wird. Die Lufft muß bey eröffnetem Hahne ausgepumpet und der Stempel gemächlich heraus gewunden werden, damit die Wage nicht erschüttert wird und sich verrücket, als wodurch der gantze Versuch

Wie dieser Versuch unrechts angebracht wird.

Warum man eine Blase dazu braucht.

Hand-Griff.

zu

§. 183. zu schanden gehet. Man muß auch zu dem Ende sowohl die Blase, als das Gewichte in seiner Stelle feste machen, daß es sich nicht verrücken kan, wenn es im Auspumpen erschüttert wird.

Wie die Schweere der flüßigen Materien zu finden.

§. 183. Der Würffel von Alabaster verlieret so viel von seiner Schweere im Wasser als 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien Wasser wiegen (§. 179.) und eben dieser Würffel verlieret so viel von seiner Schweere im spiritu vini als 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien spiritus vini wiegen (§. 181.). Nun verlieret der Würffel im Wasser 1 Untze 2 dr. 40 Gran und im spiritu vini 1 Untze 1 dr. 4 Gran (§§. cit.). Derowegen müssen 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien Wasser 1 Untze 2 dr. 40 Gran und eben so viel spiritus vini 1 Untze 1 dr. 4 Gr. wiegen. Wenn man demnach die Grösse eines Cörpers genau ausgerechnet hat; so kan man durch seine Abwägung in einer flüßigen Materie die Schweere derselben noch auf eine andere Art finden, als oben (§. 6.) geschehen.

Es wird einem Zweiffel begegnet.

Vielleicht werden einige ihnen einbilden, als wenn man nicht nöthig hätte die Schweere der flüßigen Materien auf eine solche Weise zu suchen, indem es viel bequemer durch die oben beschriebene Art und Weise geschehen könne (§. cit.). Allein wer es auf beyde Arten versuchet, der wird noch gar sehr im Zweiffel stehen, welche

von

§. 183.

von beyden Manieren der andern vorzuziehen sey. Es ist wahr, daß der Grund von der ersten Manier leichte und offenbahr, von der anderen hingegen schweerer und mehr verborgen ist. Allein man lernet eben hieraus (wovon auch noch viele andere Exempel vorkommen) daß öffters der Grund einer Sache schweer zu begreiffen ist, ob gleich dieselbe leicht zu bewerckstelligen, und daß in der Ausübung nicht allezeit das beste ist, was am leichtesten ausgefunden wird. Denn in der That findet sich hier dieses alles so und nicht anders. Es wird wohl niemand leugnen, daß es noch leichter ist einen Würffel von Alabaster oder Metall genau zu verfertigen, der einen Zoll groß ist, als einen von Bleche, dessen Höhle gantz genau einen Cubic-Zoll machet. Ja da auch nichts daran gelegen ist, ob ich einen Würffel, oder ein Parallelepipedum habe: so wird man noch leichter einräumen, daß man es im ersten Falle genauer verfertigen und seine Grösse ausrechnen kan. In ein Gefäßlein lässet sich das Wasser nicht so genau eingiessen, daß nicht etwan an einem Orte etwas darüber stehet, und man also Wasser von einer gewissen Grösse bekommet: welches aber bey dem Cörper, den man ins Wasser hänget, nicht zu besorgen. Anderen Unterscheid will ich nicht bemercken.

§. 184.

§. 184. Wie die Verhältniß ihrer Schweere auszumachen.

§. 184. Es wiegen 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien Wasser 1 Untze 2 dr. 40 Gr. (§. 179.) oder 640 Gr. (§. 2.) und eben so viel spiritus vini, als ich in meinem Versuche gebrauchet, 1 Untze 1 dr. 4 Gr. (§. 181.) oder 544 Gr. Weil demnach das Wasser und der spiritus vini einerley Grösse haben, das ist, von einem so viel ist als von dem andern; so ist uns das Gewichte von gleich vielem Wasser und spiritu vini bekannt, und demnach wissen wir die Verhältniß der Schweere des Wassers zu der Schweere des spiritus vini, nemlich in unserem Falle wie 640 zu 544, das ist (wenn man beyderseits mit 32 dividiret) wie 20 zu 17. Man siehet hieraus, wie man die Verhältniß der Schweere in verschiedenen flüßigen Materien gegen einander noch auf eine andere Art finden kan, als gleich anfangs (§. 9.) angewiesen worden. Und zwar brauchet es hier nicht so viel Mühe als wenn man die Schweere einer flüßigen Materie vor sich wissen will (§. 183.): denn hier haben wir nicht nöthig die Grösse des Cörpers zu wissen, den wir in ihr abwägen; sondern es ist genung, wenn wir nur immer einen Cörper behalten, er mag so groß seyn als er will. Man kan demnach auch eine Kugel von hartem Marmel nehmen und sie in flüßigen Materien abwägen, wenn man die Verhältniß ihrer Schweere wissen will.

Besonderer Versuch dazu.

Da-

§. 184. Damit man nun dergleichen Versuche bequem anstellen kan; so lasse man eine Wage AB verfertigen, die einen sehr schnellen Ausschlag giebet, dergleichen ich mich in meinen Versuchen bediene (§. 1.). An das eine Ende der Wage hänge man die Kugel von Alabaster oder Marmel C mit Pferde-Haar umbunden, oder auch, da hier nichts daran gelegen ist, auf eine andere beliebige Weise an den Faden DA befestiget. An das andere Ende der Wage wird eine Wage-Schaale E gehangen, und ein Gewichte von Bley oder einer anderen Materie darauf geleget, bis die Wage gantz genau inne stehet: in welchem Falle die Wage-Schaale mit ihrem Zugehöre und dem Gewichte zusammen so viel wäget als die Kugel mit ihrem Faden oder Drathe: denn es ist uns nichts daran gelegen, ob man die wahre Schweere der Kugel weiß oder nicht. Es ist aber nöthig, daß das Gewichte, damit die Kugel in wagerechten Stand gesetzet wird, nicht aus einem Stücke, sondern vielmehr aus vielen und zum Theil sehr kleinen Stücken bestehe, damit, wenn sie in der flüßigen Materie leichter wird, man so viel wegnehmen kan, als sie leichter worden. Unterdessen könnte man, wie bey den Einsetze-Gewichten, das gröste hohl machen, damit man die kleinen hinein legen und mit einander verwahren könnte. Es ist allzeit besser, wenn

Tab. XVI. Fig. 93.

Erinnerung.

Allgemeine Erinnerung.

§. 184. wenn alles was in einem Instrumente zusammen gehöret, bey einander bleiben kan, indem sich sonst leichte etwas verlieret, oder wenigstens verleget wird, daß man es mit Zeit-Verlust, auch öffters nicht ohne Verdruß wieder suchen muß, wenn man es nöthig hat. Damit man nicht zu viel von der flüßigen Materie brauchet, so lasse man ein Cylindrisches Glaß DI dazu verfertigen, welches nicht viel weiter und etwas höher ist als die Kugel, damit es zwar den grösten Theil des Glases erfüllet, aber nicht irgendswo anstösset. Die Wage wird an das Gestelle GF gehangen, damit sie durch das Zittern der Hand nicht beweget wird, indem sie schnelle ziehet und, wenn sie einmahl in Bewegung ist, nicht bald wieder zur Ruhe kommen kan. So bald nun die Kugel in die flüßige Materie, welche in dem Glase ist, gehänget wird; muß von dem Gewichte so viel zurücke genommen werden, bis die Wage inne stehet und die Kugel gantz unter dem Wasser ist. Aus diesen weggenommenen Gewichten kan man wie vorhin die Verhältniß verschiedener flüßigen Materien gegen einander finden. Weil das Wasser die gemeineste unter den flüßigen Materien ist; so kan man ihre Schweere tausend annehmen und nach diesem die Schweere der übrigen Materien gleichfalls durch ihre Theile ausdrucken. Nemlich

wenn

wenn man die Schweere des Waſſers in Granen hat und einer anderen flüßigen Materie gleichfalls in dieſem Gewichte; ſo läſſet ſich daraus die Schweere der anderen flüßigen Materie in tauſend Theilen finden durch Hülffe der Regel detri (§. 113. Arithm.). §. 184.

Als in unſerem Exempel war die Schweere des Waſſers 640, die Schweere des ſpiritus vini 544 Gran. Wenn man demnach zu 640, 544 und 1000, oder, welches (§. 124. Arithm.) gleich viel iſt, zu 20, 17 und 1000 die vierdte Proportional-Zahl ſuchet; ſo findet man für die Schweere des ſpiritus vini 850. Exempel.

Es möchte vielleicht einige wundern, warum ich die Verhältniß eben in tauſend Theilen der Schweere des Waſſers verlange, indem ja auf ſolche Weiſe nicht allezeit die Verhältniſſe in den kleineſten Zahlen heraus kommen. Denn ſelbſt in dem gegenwärtigen Exempel iſt die Verhältniß der Schweere des Waſſers zu der Schweere des ſpiritus vini, die wir zuerſt gefunden, wie 20 zu 17 bequemer als die wie 1000 zu 850 oder auch, wenn man die eine Nulle beyderſeits weglässet (§. 75. Arithm.), welches gleich viel iſt, als wenn man mit 10 dividiret, wie 100 zu 85. Allein es iſt zu mercken, daß man deswegen die Schweere des Waſſers in tauſend Theile eintheilet, damit man Zahlen bekommet, daraus die Verhältniß aller flüßigen Materien gegen Ein Zweifel wird gehoben.

§. 184. einander gleich haben kan. Gehet es nach diesem an, daß zwey Zahlen sich beyde durch eine dritte dividiren lassen; so kan man allzeit ihre Verhältniß unter einander durch kleinere Zahlen ausdrucken. Man könnte noch besser zu rechte kommen, wenn man selbst besonderes Gewichte zu dergleichen Versuchen machen liesse. Denn wenn man einmahl mit der Kugel den Versuch im Wasser angestellet hätte und nun wüste, wie viel sie von ihrer Schweere im Wasser verlieret; so könnte man Gewichte verfertigen lassen, davon das kleineste der tausende Theil von der gantzen verlohrenen Schweere im Wasser wäre, und es von einem an in doppelter Proportion nach der Geometrischen Progreßion 1. 2. 4. 8. ꝛc. steigen lassen, bis man von 1 bis 1000 alle Theile geben könnte. Auf solche Weise wäre man auf einmahl aller Rechnung überhoben. Und diese Art die Schweere der flüßigen Materien und die Verhältniß derselben in verschiedenen flüßigen Materien gegen einander zu finden ist absonderlich dienlich, wenn dieselben warm sind. Denn sie mögen so heiß werden, wie sie wollen, ja auch im vollen Sieden seyn; so kan man die Kugel bequem hinein hängen. Da nun aber mit der Schweere auch die Dichtigkeit der flüssigen Materien abnimmet, so lässet sich dieselbe zugleich determiniren; nemlich die

Besonderes Gewichte für diese Versuche.

Wo diese Versuche am bequemsten.

Dich-

Dichtigkeit nimmet in eben der Proportion ab, in welcher die Schweere abnimmet. §. 185.

§. 185. Ich habe nach diesem den Würffel von Alabaster, welcher 5 Untzen 32 Gran wog, an das eine Ende der Wage und von der anderen Seite eine Kugel von Zinn gehangen, die eben so schweer wie er war, damit die Wage gantz genau inne stund. Als ich zu beyden Seiten ein Glaß mit Wasser hinsetzte und in das eine den Würffel, in das andere die Kugel hieng; so gab die Kugel, die viel kleiner war als der Würffel, einen gar mercklichen Ausschlag. Da nun der Würffel und die Kugel hier nicht anders anzusehen sind als zwey Cörper, die gleichviel wägen, aber verschiedene Art der Schweere haben; so ersiehet man hieraus, daß Cörper von verschiedener Art der Schweere, die in der Lufft einander die Wage halten, im Wasser nicht gleich wichtig verbleiben. Weil man nun für das Wasser auch eine jede andere flüßige Materie setzen kan, und für die Lufft abermahls eine andere; so können auch schweere Cörper, die in einer flüßigen Materie, als z. E. im Wasser einander die Wage halten, nicht mehr in einer andern, als z. E. in Spiritu vini, einander die Wage halten. Zu dem Ende habe ich mir noch eine andere bleyerne Kugel machen lassen und so lange etwas davon abgefeilet, bis sie mit dem Würffel von Alabaster im Wasser die Wage hielt.

Cörper von verschiedener Art der Schweere halten nicht in allen flüßigen Materien einander die Wage.

Anderer Versuch.

§. 185. Als ich den Würffel und die Kugel in ſpiritum vini brachte, ſtund die Wage nicht mehr wie vorhin inne, ſondern der Würffel gab einen Ausſchlag. Die Urſache kan man aus dem vorhergehenden begreiffen. Der Würffel von Alabaſter wäget 1472 Gr. und ein Würffel von gleicher Gröſſe aus Zinn 5388 Gr. (§. 179.): und demnach da nicht viel über den dritten Theil von dem Zinne eben ſo ſchweer iſt als der gantze Würffel von Alabaſter; ſo muß die Kugel von Zinn, welche mit dem Würffel von Alabaſter in der Lufft einerley Schweere hat, nicht viel über den dritten Theil ſo groß ſeyn als der Würffel. Da er nun im Waſſer nicht viel über den dritten Theil von demjenigen Raume einnimmet, als der Würffel in ihm erfüllet; ſo verlieret auch dieſer bey nahe dreymahl ſo viel von ſeiner Schweere als die Kugel, nemlich da der Würffel einen Abgang von 1 Untze 2 dr. 40 Gr. oder 640 Gr. leidet, ſo verlieret die Kugel nicht viel über 213 Gran, und wäget demnach die Kugel bis 7 dr. mehr als der Würffel im Waſſer: welcher Ausſchlag gewiß gar ſehr mercklich iſt. Eine zinnerne Kugel, die mit dem Würffel von Alabaſter im Waſſer die Wage hält, wäget bey nahe den zehenden Theil mehr in der Lufft, als der Würffel im Waſſer, indem das Zinn bey nahe einen Abgang des zehenden Theiles von ſeiner Schweere

Mathematiſcher Beweis.

im

im Waſſer leidet (§. 179.). Nun wäget der Würffel im Waſſer 832 Gr. und daher die Kugel von Zinn in der Lufft bey nahe den zehenden Theil mehr, das iſt 915 Gran. Derowegen da der Würffel im ſpiritu vini 544 Gr. von ſeiner Schweere verlieret (§. 181.); ſo wäget er noch 928 Gr. (§. 179.). Hingegen da der Kugel etwas über den neundten Theil im ſpiritu vini abgehet (§. 179. 181.); ſo wäget ſie darinnen 812 Gran und demnach iſt ſie leichter als der Würffel. §. 185.

Hieraus erhellet, daß auch zwey Cörper in einem von Lufft-leerem Raume einander nicht die Wage halten, die in der Lufft einander die Wage halten. In der That haben wir es ſchon vorhin (§. 182.) geſehen: denn das kleine Bley-Gewichte, welches nicht viel über eine Untze hielt, ſtund in der Lufft mit der Blaſe im wagerechten Stande, hingegen im leeren Raume gab die Blaſe einen Ausſchlag. Da aber ein Cubic-Zoll kaum einen halben Gran im leeren Raume weniger wäget, als in der Lufft (§. 86. 181.); daſſelbe Bley-Gewichte aber gar ein geringer Theil von einem Zolle iſt: ſo iſt der Abgang ſeiner Schweere in der Lufft auch nicht mehr mercklich und dannenhero in dem angeſtellten Verſuche eben ſo viel, als wenn daſſelbe Gewichte gar nichts von ſeiner Schweere verlohren hätte. Denn in Erklärung der

Cörper halten im Lufft-leerem Raume nicht mehr einander die Wage.

§. 185. Was in Erklärung der natürlichen Dinge für nichts zu achten.

natürlichen Dinge ist eine Kleinigkeit, die wir nicht mehr wahrnehmen können, für nichts zu achten. Es hat diese Beschaffenheit mit der Grösse, daß eine in Ansehung der andern in gewissen Fällen gleichsam verschwindet und es eben so viel ist, als wenn sie gar nicht vorhanden wäre. Was man in der Geometrie von den Grössen überhaupt annimmet; findet auch in Erklärung der Natur stat. Und haben dieses insonderheit diejenigen zu mercken, die sich in das unendlich kleine in der Geometrie nicht zu finden wissen, welches man für nichts halten soll, da es doch an sich nicht für nichts ausgegeben wird. Unterdessen hat es in gegenwärtigem Falle nichts zu sagen, ob in einer flüßigen Materie beyde Cörper, die einander die Wage halten, einen mercklichen Abgang ihres Gewichtes leiden, oder ob nur bey einem dergleichen zu verspüren. Denn es wird einmahl so wohl der wagerechte Stand in einer flüßigen Materie von einer anderen Art gehoben, als das andere.

Cörper von gleicher Grösse und Schweere halten einander in verschie-

§. 186. Ich habe endlich noch einen Würffel machen lassen, der in der Grösse und Schweere dem vorigen gleich war, nemlich ebenfalls aus Alabaster. Beyde habe ich an einer Wage befestiget, daran sie mit einander inne gestanden. Als ich einen davon ins Wasser, den andern in spiritum vini ge-

han-

§. 186. denen flüßigen Materien nicht die Wage.

hangen; so hat der im ſpiritu vini einen Ausſchlag gegeben. Und demnach ſiehet man, daß wenn gleich zwey Cörper einerley Gröſſe und Schweere haben, auch in einerley flüßigen Materie beſtändig einander die Wage halten, ſie dennoch in verſchiedenen Materien nicht gleich ſchweer befunden werden. Dieſes kommet auch mit demjenigen überein, was durch vorhergehende Verſuche heraus gebracht oder vielmehr beſtetiget worden, indem alle dieſe Wahrheiten in der Hydroſtatick längſt erwieſen worden, wie man es auch aus meinen Anfangs-Gründen der Hydroſtatick erſehen kan. Cörper von gleicher Gröſſe verlieren gleichviel von ihrer Schweere in einerley flüßigen Materie. Unſere beyde Würffel von Alabaſter verlieren ein jeder im Waſſer 1 Untze 2 dr. 40 Gr. (§. 178.) ein jeder verlieret im ſpiritu vini 1 Untze 1 dr. 4 Gr. (§. 181.). Da ſie nun beyde in der Lufft einerley Schweere haben; ſo müſſen ſie auch im Waſſer im ſpiritu vini und in einer jeden anderen flüßigen Materie einander die Wage halten, oder gleich ſchweer verbleiben. Hingegen wenn der eine Würffel im Waſſer hänget, der andere im ſpiritu vini; ſo wäget jener noch 1 Untze 5 dr. 52 Gr. dieſer aber noch 1 Untze 7 dr. 28 Gr. und alſo 1 dr. 36 Gr. mehr als der andere. Derowegen kan die Wage unmöglich inne ſtehen; ſondern der Würffel im ſpiritu

Mathematiſcher Beweis.

§. 186. Erinnerung.

vini muß einen Ausschlag geben. Will man sich nicht erst besondere Würffel dazu machen lassen; so kan man auch nur zwey Gewichte von gleicher Schweere dazu nehmen. So habe ich unterweilen 2 meßingene Gewichte dazu gebraucht; allein weil sie kleine waren, zeigete sich der Unterscheid nicht so deutlich wie bey den Würffeln. Ich habe auch sonst in dem vorhergehenden Versuche (§. 185.) den Würffel von Alabaster mit einem meßingenen Gewichte in wagerechten Stand gesetzet und nach diesem beyde ins Wasser gebracht: aber auch hier war der Unterscheid nicht völlig so groß als wie bey der zinnernen Kugel, wo viel Bley mit darunter war. Doch betrug der Unterscheid nicht so viel als in dem gegenwärtigen Versuche.

Exempel abgewogener Materien im Wasser.

§. 187. Boyle (b) hat verschiedene Materien im Wasser abgewogen und so wohl ihre Schweere in der Lufft, als im Wasser angemercket, auch daraus die Verhältniß ihrer Schweere zu der Schweere des Wassers gezogen. Wir wollen einige davon anführen, die wir am nöthigsten zu wissen erachten. Es haben demnach (1) 306 Gr. Ambra im Wasser nur 12 Gr. (2) 251 Gr. Achat 156 Gr. (3) 391 Gr. von gutem

(b) Medicina Hydrostatica. Conf. Boulton in Compend. Anglico Oper. Boylii Vol. 3. p. 346.

gutem Antimonio 295 Gr. (4) 187 Gr. Bezoar-Stein 61 Gr. und ein anderes Stücke von 56 ½ Gr. nur 22 Gr. (5) 129 ¼ Gr. rothe Corallen 80 ¼ Gr. (6) 256 Gr. Crystall 140 Gr. (7) ein Stein von einem Menschen, der 2570 Gr. schweer war, 1080 Gr. (7) 77 ½ Gr. Krebs-Augen 36 ½ Gr. (8) 802 Gr. gemeiner Zinnober 702 Gr. hingegen 197 Gr. Zinnober von Antimonio 169 Gr. und eben so viel natürlicher Zinnober 171 Gr. (9) 814 Gr. Marcasit 631 Gr. (10) 371 Gr. lebendiger Schwefel 185 Gr. gewogen Wenn demnach das Wasser 100 Theile bekommet; so kommet für die Schweere des Ambra 104, für den Achat 264, für das Antimonium 407, für das erste Stücke des Bezoar-Steines 148, für das andere 164, für die rothe Corallen 263, für den Stein von einem Menschen 172, für Krebs-Augen 189, für gemeinen Zinnober 801, für den vom Antimonio 703, für den natürlichen 757, für den Marcasit 445, für den Schwefel 200. §. 187.

§. 188. Meines Orts hätte ich lieber selbst die Metalle im Wasser abgewogen um dadurch die Art ihrer Schweere zu determiniren, wenn ich sie rein ohne einige Legirung bey der Hand gehabt hätte. Weil mir aber dieses vor jetzt nicht möglich gewesen; so habe ich mich mit dem ver- Beschaffenheit der Schweere der Metalle.

§. 188.

Wie sie Gheraldus befunden.

vergnügen müssen, was andere angemercket. Gheraldus, wie es Ougthred aus seinem Archimede promoto (c) anführet, hat gefunden, daß wenn die Schweere des Goldes eingetheilet wird in 100 Theile, so bekommet das Queckſilber $71\frac{3}{7}$, das Bley $60\frac{10}{19}$, das Silber $54\frac{22}{57}$, das Kupffer $47\frac{7}{19}$, das Eisen $42\frac{2}{19}$, das Zinn $38\frac{18}{19}$, das Wasser $5\frac{5}{19}$. Und hieraus erhellet, daß das Gold das schweereſte sey unter allen Metallen, die gefunden werden und daher auch das dichteſte unter allen. Ja wir finden unter denen übrigen Materien noch weniger eine, die an der Schweere und Dichtigkeit dem Golde beykäme. Nach dem Golde ist nichts schweerers als das Queckſilber, ob es gleich eine flieſſende Materie ist, und also ist es auch dichter als alle übrige Arten der Metalle. Was demnach das Gold unter denen stehenden oder festen Materien ist, das ist das Queckſilber unter denen flüßigen, nemlich das allerschweereſte und dichteſte. Das Queckſilber ist eigentlich kein Metall, indem die Metalle feſte Cörper sind, die sich hämmern und schmeltzen lassen: deren keines von dem Queckſilber kan gesaget werden. Schmeltzen darf man es nicht, denn es ist vor flüßig. Was nun aber flüßig ist, lässet

Gold ist das schweereſte.

Queckſilber ist das schweereſte nach dem Golde.

(c) In Opusc. Mathem. p. 61.

§. 188.

läſſet ſich nicht durch einen Hammer aus einander treiben. Derowegen iſt nach dem Golde das ſchweereſte Metall das Bley, welches ſich zu dem Golde bey nahe verhält wie 71½ zu 100 oder 143 zu 200, und alſo bey nahe um den vierdten Theil leichter iſt als das Gold. Nemlich wenn das Gold 200 Theile hat und das Bley bekäme 150 Theile; ſo fehlet noch der vierdte Theil; da es aber nur 143 Theile hat, ſo fehlet noch etwas mehr als der vierdte Theil. Woraus man erſiehet, daß drey Pfund Bley bey nahe ſo viel Raum einnehmen als vier Pfund Gold. Auf das Bley folget das Silber, welches ſich zu dem Golde verhält bey nahe wie 54½ zu 100 oder wie 109 zu 200, und dieſem nach faſt nur halb ſo ſchwer iſt als das Gold. Denn wenn das Gold 200 Theile hat: und das Silber bekäme 100; ſo wäre es nur halb ſo ſchweer als das Gold, da es aber 109 bekommet, ſo iſt es etwas mehr als halb ſo ſchweer. Und demnach nimmet ein Pfund Gold nur halb ſo viel Raum ein als ein Pfund Silber. Das Bley verhält ſich zu dem Silber wie 143 zu 109 oder 200 zu 152, und alſo iſt es von dem Bleye um 48 Theile unterſchieden. Das Bley iſt von dem Golde um 53 Theile unterſchieden, und alſo kommet das Bley dem Golde an Schweere und Dichtigkeit näher als das Silber dem Bleye, ob zwar zwi-

Bley iſt bey nahe um den vierdten Theil leichter als Gold.

Silber iſt etwas mehr als halb ſo ſchweer wie Gold.

§. 188.

zwischen Bley und Silber kein anderes Metall ist, welches dem andern nahe käme.

Kupffer hingegen etwas weniger als halb so schweer wie Gold.

Das Kupffer verhält sich zu dem Golde bey nahe wie 47 ⅓ zu 100 oder wie 142 zu 300, das ist, wie 95 zu 200, und demnach ist es etwas weniger als halb so schweer als das Gold. Das Silber ist um 9 Theile schweerer als halb so viel Gold; das Kupffer um fünff Theile leichter als halb so viel Gold, und demnach kommet das Kupffer dem Silber an Schweere und Dichtigkeit sehr nahe.

Eisen kommet dem Kupffer so nahe wie dieses dem Silber.

Man siehet auch aus fernerer Vergleichung der Zahlen, daß das Eisen an Schweere und Dichtigkeit dem Kupffer fast so nahe kommet als das Kupffer dem Silber: denn das Kupffer ist leichter als das Silber um 7, das Eisen leichter als das Kupffer um 5 hundert Theile. Endlich geben die Zahlen, daß das Zinn das leichteste ist unter allen Metallen: jedoch dem Eisen etwas näher kommet an Schweere und Dichtigkeit als dieses dem Kupffer, Denn Kupffer und Eisen sind um 5, Eisen und Zinn um 3 hundert Theile unterschieden.

Wie Sengwerd die Schweere der Metalle gefunden.

Sengwerd (d) hat die Metalle gleichfalls im Wasser abgewogen und von jedem ein Stücke genommen, das 554 Gran in der Lufft gewogen. Das Gold hat im Wasser verlohren 29 Gr.,

(d) In Connubio rationis atque experientiæ c. 24. p. 251.

§. 188.

Gr., das Bley 49, das Silber 53, das Kupfer 64, das Eisen 70, das Englische Zinn 75. Hieraus lässet sich jederzeit durch die Regel detri finden (§. 113. Arithm.), wie viel ein jedes anderes Stücke, es mag so schweer seyn als es will von seiner Schweere im Wasser verlieren muß. Jedoch da eben die gegenwärtigen Versuche zeigen, daß ein Wasser nicht so schweer ist als wie das andere; wir auch dadurch finden, daß nicht zu einer Zeit einerley Wasser so schweer ist, wie zu einer andern, sondern im warmen leichter als im kalten; so kan wohl freylich einmahl das Metall, es mag von einer Art seyn, von welcher es will, nicht so viel von seiner Schweere im Wasser verlieren wie das andere. Wenn man wissen will, wie viel der Unterscheid beträget; so muß man die durch Wärme und Kälte veränderte Schweere des Wassers durch gegenwärtige Versuche bestimmen (§. 133.). Unterdessen da in der Hydrostatick erwiesen wird, auch aus dem vorhergehenden erhellet, daß die Art der Schweere zweyer Cörper sich gegen einander verhält wie der Abgang im Wasser verkehrt genommen, wenn sie in der Lufft gleichviel gewogen; so lässet sich durch die Regel detri die Schweere eines jeden Metalles in solchen Theilen finden, deren das Gold hundert hat, wenn man 2900 durch den Abgang

Wie man den Verlust der Schweere im Wasser berechnet.

des

§. 188. des Gewichtes im Wasser von einem andern Metalle dividiret. Z. E. wenn man 2908 durch 49 als den Abgang des Gewichtes von dem Bleye im Wasser dividiret, so kommen bey nahe 59 $\frac{1}{2}$ solcher Theile für das Bley, deren das Gold 100 hat (§. 113. Arithm.). Auf eben diese Weise findet man für das Silber 54 $\frac{2}{3}$, für das Kupffer 45 $\frac{1}{3}$, für das Eisen 41 $\frac{3}{4}$, für englisches Zinn 38 $\frac{2}{3}$ dergleichen Theile: welche Zahlen von denen wenig unterschieden, die wir vorhin aus dem Ghetaldo angeführet.

Wie man die Art der Schweere noch auf andere Art finden kan.

§. 189. Durch das Abwägen im Wasser kan man die Verhältniß der Schweere in denen Cörpern, die schweerer sind als das Wasser, noch auf eine andere Art finden. Wir haben vorhin gesehen, daß zwey Cörper von gleicher Grösse gleichviel von ihrer Schweere verlieren, ob einer gleich gar viel schweerer ist als der andere (§. 179.). Derowegen wenn wir ein Stücke Metall im Wasser abwägen und mercken, wie viel es von seiner Schweere verlieret, so dörffen wir nur nach diesem von anderen Stücken Metallen von einer andern Art nach und nach so viel abreiben, bis sie eben so viel von ihrer Schweere im Wasser verlieren, und wir sind alsdenn gewiß, daß alle diese Stücke von gleicher Grösse sind. Woraus

man

man zugleich ersiehet, auf was für Art und Weise man zwey Stücke von verschiedenen Materien von gleicher Grösse bekommen kan, sie mögen so eine unordentliche Figur haben, als sie immermehr wollen. Wenn man nun diese Stücke in der Lufft genau abwäget; so weiß man die Schweere in gleich grossen Stücken und also geben die Zahlen, welche das Gewichte andeuten, die verlangte Verhältniß. Sengwerd hat den Unterscheid der Schweere in den Metallen auch auf diese Art gesucht und gefunden, daß das Gold 807, das Bley 477, das Silber 442, das Kupffer 371, das Eisen 338, das englische Zinn 306 Gran gewogen. Wenn man nun abermahl dem Golde 100 Theile giebet; so bekommet das Bley 59 $\frac{1}{10}$, das Silber 54 $\frac{3}{4}$, das Kupffer 46, das Eisen 41 $\frac{7}{8}$, das englische Zinn 37 $\frac{15}{16}$. Es verlohren aber alle diese Stücke 42 Gran von ihrer Schweere im Wasser. Er hat, um desto gewisser in der Sache zu werden, den Versuch noch mit andern Stücken wiederhohlet, die im Wasser 24 Gr. verlohren. In diesem Falle wog das Gold 414, das Bley 277, das Silber 256, das Kupffer 215, das Eisen 196, das englische Zinn 180 Gr. Wenn nun der Schweere des Goldes 100 Theile gegeben werden, so bekommet das Bley 59 $\frac{43}{474}$, das Silber 54 $\frac{184}{474}$, das Kupffer 45 $\frac{1}{31}$, das Eisen 41 $\frac{1}{3}$, das

§. 189. Wie man Stücke Materien von gleicher Grösse bekommen kan.

Wie Sengwerd die Schweere der Metalle gefunden.

§. 190. englische Zinn 38: welches mit dem vorigen ziemlich überein kommet.

Nöthige Erinnerung bey dem Abwägen im Wasser.

§. 190. Weil das Wasser zu einer Zeit schweerer seyn kan als zu der andern, auch nicht alles Wasser einerley Schweere hat; so ist nöthig, daß die Cörper, deren Schweere man mit einander vergleichen will, in einerley Wasser abgewogen werden. Derowegen wer Lust hat die Verhältniß der Schweere in den Metallen vor sich zu untersuchen, muß solches auf einmahl thun. Unterdessen gehet es gleichwohl nicht an, daß man alles zu gleicher Zeit verrichtet: indem zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten Materien vorkommen können, deren Verhältniß zu andern man wissen will, die wir sonst im Wasser abgewogen.

Wie man findet, ob das Wasser zu einer Zeit so schweer ist als zur andern.

Damit man nun desto mehr versichert ist, absonderlich wo viel daran gelegen, daß man die Verhältniß der Schweere zweyer Cörper genau bestimmen kan, daß es eben so viel ist, als wenn man beyde zu einer Zeit in einem Wasser abgewogen hätte; so muß man einen Cörper dazu haben; z. E. eine steinerne Kugel (§. 183.), dessen Verlust von der Schweere im Wasser man genau gemercket. Wenn man nun wieder etwas versuchen will; hänget man diese Kugel in das Wasser, welches man zu dem Versuche

zu

§. 190.

zu gebrauchen gedencket. Stehet die Kugel wieder mit dem Gewichte inne, mit welchem sie sonst inne stund, da man sie darinnen abwug, oder, welches gleichviel ist, verlieret sie eben so viel von ihrer Schweere, wie sie sonst im Wasser verlohren, so ist das Wasser eben so schweer wie das vorige und darf man kein Bedencken tragen anzunehmen, als wenn alles, was man in ihm abgewogen, in dem vorigen sey abgewogen worden. Findet es sich hingegen, daß der Abgang des Gewichtes etwas grösser ist als sonst; so ist das Wasser von schweererer Art als dasjenige gewesen, was wir sonst gebrauchet. Wird endlich der Abgang des Gewichtes geringer gefunden als sonst; so erkennet man daraus, daß das Wasser von leichterer Art sey, als dasjenige, darinnen wir vor diesem die Sachen abgewogen. In dem ersten Falle, da das Wasser zu schweer ist, muß man etwas von einer leichteren flüssigen Materie als Brandtwein dazu giessen, bis man durch Vermischung dieser beyden Materien eine erhält, die an der Art der Schweere dem Wasser beykommet, darinnen wir sonst unsere Versuche angestellet. In dem anderen Falle darf man nur etwas Saltz hinein werffen, bis der Würffel mit demjenigen Gewichte wiederum genau inne stehet, mit dem er sonst im Wasser inne ge-

Wie man ein Wasser dem andern gleich schweer machet.

§. 190. ſtanden. Auf ſolche Weiſe iſt der Zweiffel gehoben, den man aus dem Unterſcheide des Waſſers wieder die angeſtellten Verſuche machen könnte. Man kan zwar auch durch Rechnung zu rechte kommen, wenn man durch das vorgeſchlagene Mittel findet, wie viel das Waſſer jetzt leichter, oder ſchweerer iſt als ſonſt, daß er nach dieſem gleichviel iſt, als wenn man die Metalle in einerley Waſſer abgewogen hätte: allein es gehet etwas beſchweerlicher her. Derowegen wollen wir es bey dem Wege des Verſuches bewenden laſſen. Wir wiſſen aus dem vorhergehenden (§. 180.), daß ein Cörper eben ſo viel von ſeiner Schweere im Waſſer verlieret, wenn wir ihn mit der Hand halten, als wenn er an eine Wage gebunden wird. Derowegen wenn wir dieſe Verſuche anſtellen wollen, können wir das Glaß mit dem Waſſer auf die eine Wage-Schaale ſetzen, und auf die andere ſo viel Gewichte legen, bis die Wage recht genau inne ſtehet. Wenn wir nach dieſem das Pferde-Haar, damit der Cörper umſchlungen, den wir abwägen wollen, mit der Hand faſſen und ins Waſſer hängen; ſo wird das Waſſer um ſo viel ſchweerer, als er von ſeiner Schweere darinnen verlieret (§. 180.). Da nun die Wage von der einen Seite einen Ausſchlag giebet; darf man nur ſo viel Gewich-

Beſonderer Hand-Griff.

te

§. 190.

te auf die andere Wage-Schaale legen, bis sie wiederum inne stehet, und dieses Gewichte zeiget den Abgang der Schweere im Wasser an. Man hat hierbey einige Vortheile: indem es nicht allein beschweerlich ist den Cörper mit dem Pferde-Haare an die Wage zu binden, sondern auch verdrüßlich fället, wenn man die Schweere der Wage-Schaale und ihres Zugehöres mit zu dem Gewichte des Cörpers schlagen soll, das er in der Lufft hat. Unterdessen muß man doch auch wohl dabey acht haben, ob durch das Wasser die Wage so beschweeret wird, daß der Ausschlag nicht so mercklich verbleibet, wie sonst, wenn sie weniger beschweeret wird. Denn da am meisten darauf zu sehen ist, daß man den Verlust der Schweere im Wasser so genau erkennet, als nur immer möglich ist; so muß man sich auch keine Mühe verdrüssen lassen, die dazu angewendet wird. Man kan nicht eher vor etwas eine Weitläufftigkeit ausgeben, als bis man auf eine andere Weise, wo weniger zu thun ist, alles eben so gut haben kan: in anderen Fällen ist die Kürtze verwerflich, als die es hindert, daß wir unseren Zweck nicht erreichen, wie wir wolten, oder auch solten.

Vortheile dabey.

Vorsichtigkeit dabey.

Wie die Weitläufftigkeit zu beurtheilen.

§. 191. Man kan auch aus den vorhergehenden Versuchen ausmachen, den wie vielten Theil von seiner Schweere jedes Metall im Wasser verliere. Wir wis-

Wie die Güte des Metalls erkannt wird.

§. 191. sen nemlich, daß 544 Gran Gold 29, so viel Bley 49, so viel Silber 53, so viel Kupffer 64, so viel Eisen 70, so viel englischer Zinn 75 Gran von seiner Schweere im Wasser verlieret. Derowegen wenn man 554 durch das von jedem Metalle im Wasser verlohrene Gewichte dividiret, so findet man, daß das Gold etwas mehr als den neunzehenden Theil, das Bley etwas mehr als den eilfften, das Silber etwas mehr als den zehenden, das Kupffer etwas mehr als den achten, das englische Zinn etwas mehr als den siebenden Theil von seiner Schweere verlieret, nemlich der von dem Golde verlohrene Theil seiner Schweere stecket in der gantzen Schweere des Goldes $19\frac{3}{29}$ mahl; bey dem Bleye ist dieser Quotient $11\frac{15}{49}$, bey dem Silber $10\frac{24}{53}$, bey dem Kupffer $8\frac{42}{64}$, bey dem Eisen $7\frac{54}{70}$, bey dem Zinne $7\frac{29}{75}$. Kufflier (e) stimmet hiermit ziemlich überein, wenn er die Verhältniß des verlohrnen Gewichtes im Wasser zu der gantzen Schweere durch bequemere Zahlen ausdrucket. Er saget, es verliere im Wasser das Gold von seiner Schweere $\frac{1}{18}$, das Queckſilber $\frac{1}{14}$, das Bley $\frac{1}{12}$, das Silber $\frac{1}{10}$, das Kupffer $\frac{1}{9}$, das Eisen $\frac{1}{8}$, das Zinn $\frac{1}{7}$. Diese Zahlen sind von nicht geringem Nutzen: denn man kan dadurch die Güte der Metalle und ihre Reinig-

(e) in Princip. Pantoſoph. part. 3. p. 121.

§. 191.

Reinigkeit ausmachen, indem man sie im Wasser abwäget. Z. E. wenn man Gold im Wasser abwäget und seine Schweere, die es in der Lufft hat, durch den Abgang im Wasser dividiret; so wird der Quotient zeigen, ob es dem reinen Golde nahe komme, oder nicht. Denn wenn der Quotient weit über den neunzehenden Theil hinauf steiget und dem zwölfften sehr nahe kommet; so erkennet man daraus, daß viel Zusatz dabey ist. Man muß mercken, daß das reine oder pure Gold von den Künstlern in 24 Theile getheilet wird, und siehet man in dieser Eintheilung auf die Schweere, nicht aber auf die Grösse. Einen solchen Theil pfleget man einen Karath zu nennen und darnach schätzet man die Güte des Goldes. Wenn das Gold 16 Karath haben soll, so werden dazu 16 Theile pures Gold, 4 Theile Silber und 4 Theile Kupffer genommen: denn die Legirung bestehet halb aus Silber, halb aus Kupffer. Freylich wäre es nicht undienlich, wenn man das Gold von den gewöhnlichen Legirungen, die vorkommen, in dem Wasser auf das sorgfältigste abwägte und den Abgang des Gewichtes genau bemerckte: so wäre man in dem Stande ohne Strich und andere Mittel die Güte desselben so gleich durch das Abwägen im Wasser zu erkennen, ohne daß man nöthig hätte einige Rechnung da-

Wie die Güte des Goldes geschätzt wird.

§. 191. bey vorzunehmen. Und eben dieſes lieſſe ſich bey den übrigen Metallen thun. Es iſt aber dasjenige, was man von dem Abgange des Gewichtes der Metalle im Waſſer beygebracht, hauptſächlich dazu mit dienlich, daß man ohne die Capelle das falſche Silber entdecken, welches durch den Strich auf dem Probier-Steine ſich nicht entdecken läſſet: auch gehet dieſes auf die Verfälſchung des Goldes und des Geldes und kan auch leicht auf andere Materien gezogen werden, wie bereits Boyle in ſeiner Medicina Hydroſtatica gethan.

Nutzen des Abwägens der Metalle im Waſſer.

§. 192. Man ſiehet aus dem, was von der Schweere der Metalle und des Queckſilbers geſaget worden, daß alle leichter ſind, das Gold aber allein ſchweerer iſt als das Queckſilber (§. 188.). Da nun bloß die ſchweeren Materien in einer flüßigen Materie unterſincken, die leichter als ſie iſt; ſo müſſen auch alle Metalle in Queckſilber ſchwimmen, das Gold allein kan unterſincken. Die Erfahrung ſtimmet mit überein. Ich habe zu dem Ende eine bleyerne Kugel auf das Queckſilber geleget, welche ſich gantz wenig eingetauchet. Nachdem ich ſie unter das Queckſilber hinunter geſtoſſen, habe ich nicht nur darinnen groſſen Wiederſtand gefunden, ſondern ſie iſt auch gleich wieder in die Höhe geſtiegen und nur oben liegen blieben. Nun iſt bekannt,

Warum alle Metalle im Queckſilber ſchwimmen bis auf das Gold.

Verſuch.

daß

daß das Bley ſchweerer iſt als alle übrige Metalle, das Gold allein ausgenommen. §. 192.
Derowegen ſiehet man leicht, daß, wenn das Bley nicht unter dem Queckſilber verbleibet, auch die übrigen darunter nicht bleiben können, und iſt ein Ueberfluß, wenn man es erſt verſuchen will. Hat aber jemand Luſt dazu, der kan es leicht bewerckſtelligen. Ich habe demnach noch bloß einen Ducaten nach der Seite hinein geworffen, da er gleich untergeſuncken. Wenn der Ducaten dünne und breit iſt, und man leget ihn nach der Breite darauf, ſo gehet er ſchweerer zu Boden, weil er zu viel Wiederſtand findet. Es kan auch wohl geſchehen, daß er gar liegen bleibet und nicht untergehet. Der Ducaten wird von dem Queckſilber gantz weiß, als wenn er überſilbert wäre: woraus man ſiehet, daß das Queckſilber ſich an das Gold hänget, als wie das Waſſer an die Cörper, die naß werden. Wenn man nun den Ducaten wieder reine haben will; ſo darf man ihn nur auf eine glüende Kohle legen, damit das Queckſilber verrauchet. Denn dieſes verrauchet gar bald in einer Wärme, die dem Golde keinen Schaden thut.

Queckſilber hänget ſich ans Gold.

§. 193. Ein Cörper ſteiget nicht mit ſeiner gantzen Schweere im Waſſer nieder: denn wir haben geſehen, daß er einen Theil davon anwendet den Wiederſtand des Waſſers zu überwinden, nemlich eben denjeni-

Schweerere Cörper fallen im Waſſer ſchneller als die vor

§. 193. leichterer Art.

gen, den er zu verlieren scheinet (§. 180.). Es gehet aber nicht an, daß eine Krafft zu gleicher Zeit zwey verschiedene Würckungen haben kan und einmahl angewendet wird den Wiederstand des Wassers zu überwinden, das andere mahl aber nieder zu steigen: dergleichen wir auch schon oben (§. 45.) gefunden. Damit wir nun dieses alles mit seinen gehörigtn Umständen desto deutlicher in der Erfahrung gegründet sehen möchten: so habe ich folgende Versuche angestellet.

Versuche.

Ich habe demnach zwey Kugeln von gleicher Grösse genommen, eine von Bley, die andere von rothem Wachse, dergleichen man in Gerichten zum Siegeln brauchet, und sie zugleich im Wasser fallen lassen. Damit sie nicht bald zu Boden kamen, habe ich das Wasser in ein Cylindrisches Glaß gegossen, welches einen Schuh und etwas darüber hoch war. Beyde Kugeln habe ich gantz gelinde auf die obere Fläche des Wassers geleget und zu gleicher Zeit fahren lassen: allein die bleyerne erreichete schon den Boden, als die von Wachse noch mercklich davon entfernet war.

Erweis des Satzes daraus.

Da die Kugeln von gleicher Grösse sind, so haben sie auch einerley Fläche und daher kan keine mehr Wiederstand in der Fläche finden, als die andere. Die bleyerne aber ist viel schweerer als die von Wachse und, da sie einerley Gewichte in dem Wasser verlieren (§. 179.), so muß

auch

auch jene im Waſſer viel ſchweerer bleiben als dieſe. §. 193. Derowegen da wir ſehen, daß die bleyrne ſich geſchwinder beweget als die von Wachſe, ſo erhellet hieraus, daß die von ſchweererer Art, folgends die mehr Krafft von ihrer Schweere übrig behält, ſich auch ſchneller beweget, als die von leichterer Art, welche weniger Krafft von ihrer Schweere behält. Damit der Unterſcheid ſich deſto deutlicher zeigen möchte, ſo habe ich an ſtat der bleyernen Kugel eine andere von gemeinem Wachſe genommen und dadurch, daß ich etwas Feilſtaub von Eiſen hinein gethan, ſie um etwas weniges ſchweerer gemacht als das Waſſer. Dieſe Kugel war noch um ein weniges ſchweeres als die von rothem Wachſe, als ich ſie gegen einander auf der Wage abwog. Allein da ſie ins Waſſer kam, gieng ſie ſo langſam zu Boden, daß die von rothem Wachſe mehr als einmahl hätte können hinunter fallen. Ja wenn gleich ſchon $\frac{3}{4}$ von der Höhe die Kugel von gemeinem Wachſe hinunter gefallen war, und man ließ alsdenn erſt die von rothem Wachſe nachfallen; ſo kam dieſe doch eher als jene zu Boden. Die Kugel, welche bey nahe faſt einerley Art der Schweere mit dem Waſſer hat, behält gar wenig davon im Waſſer zurücke (§. 179.), und demnach iſt es kein Wunder, daß die Bewegung ſo langſam iſt. Ich meine, man ſehe hieraus

Wie der Verſuch merklicher angeſtellet wird.

zur

§. 193. zur Gnüge, daß ein Cörper längsamer und geschwinder sich im Wasser bewege, nachdem er einen grösseren oder kleineren Theil von seiner Schweere im Wasser verlieret. Es ist wohl keine Ursache vorhanden, warum man nur im geringsten zweiffeln solte, daß solches nicht auch in anderen flüßigen Materien so wohl als im Wasser angehe, indem ein jeder Cörper so wohl in andern flüßigen Materien, als im Wasser, einen Theil von seiner Schweere verlieret, und daß der Verlust dem Gewichte nach einerley, aber der Verhältniß nach zu der gantzen Schweere des Cörpers verschieden sey (§. cit.): allein weil wir hier alles durch Versuche zu zeigen gesonnen, so habe ich an stat des Wassers spiritum vini genommen und in allem eben den Fortgang wie vorhin verspüret. Damit ich aber nicht zu viel spiritum vini nöthig hätte, habe ich nur ein enges Glaß dazu gebraucht, dergleichen oben bey anderen Versuchen beschrieben worden (§. 147.), und jede Kugel in einem besonderen Glase fallen lassen. Nach diesem habe ich zwey Kugeln aus rothem Wachse, wie vorhin die eine war, gemacht und auf der Wage genau examiniret, bis ich sie von gleicher Schweere und folgends von gleicher Grösse befunden. Eine von ihnen habe ich im Wasser, die andere im spiritu vini, jedoch beyde zu gleicher

Daß auch in andern flüßigen Materien der Unterscheid des Falles sich wie im Wasser zeiget;

Ein Cörper steiget geschwinder nieder in leichteren als schweereren Materien.

cher Zeit niederfallen lassen: allein unerachtet beyde gleich hoch herunter fielen, so kam doch die im spiritu vini viel eher zu Boden, als die im Wasser. Es war demnach klar, daß ein Cörper in einer flüßigen Materie von leichterer Art sich geschwinder beweget, als in einer anderen von schweererer Art. Wir haben aber oben gesehen, daß die Kugel im Wasser mehr von ihrer Schweere verlieret als im spiritu vini (§. 180.). Derowegen beweget sie sich geschwinder, wenn sie wenig von ihrer Schweere verlieret, als wenn ihr viel davon abgehet, folgends wenn ihr die flüßige Materie wenig wiederstehet, als wenn der Wiederstand groß ist. Damit sich dieser Unterscheid noch deutlicher zeigen möchte, habe ich zwey Kugeln von gemeinem Wachse gemacht und durch ein wenig Feilstaub von Eisen es wie vorhin zuwege gebracht, daß sie um etwas weniges schweerer worden als das Wasser. Beyde Kugeln habe ich abermahl auf das genaueste examiniret, bis ich sie von gleicher Schweere und folgends auch von gleicher Grösse befunden. Von diesen beyden Kugeln habe ich abermahl eine im spiritu vini, die andere im Wasser, und zwar beyde zu gleicher Zeit und von einerley Höhe, herunter fallen lassen. Allein die im spiritu vini ist gar viel geschwinder, als die im Wasser zu Boden kommen, nemlich jene lag schon

§. 193.

Versuch der die Sache noch deutlicher zeiget.

§. 193. schon zu Boden, ehe diese kaum die halbe Höhe hinab gestiegen war. Ja ob ich gleich die Kugel im spiritu vini erst fallen ließ, indem die andere im Wasser schon den dritten Theil der Höhe hinunter gefallen war; so kam sie doch eher als diese zu Boden. Man kan es auch gar leicht ermessen, daß es so seyn müsse. Denn eine Kugel, die bey nahe einerley Schweere hat mit dem Wasser, behält in ihm fast gar nichts von seiner Schweere im Wasser übrig (§. 179.). Derowegen ist es nicht anders möglich, als daß sie sich sehr langsam beweget. Hingegen im spiritu vini behält eben dieselbe, oder eine gleich grosse Kugel, noch einen mercklichen Theil von ihrer Schweere übrig, und daher ist die Bewegung noch geschwinde. Wer wolte sichs demnach befremden lassen, daß die im spiritu vini gar viel geschwinder den Boden erreichet, als die im Wasser? Diese Versuche zeigen insgesammt, daß ein Cörper nach Proportion des Verlustes, den er an seiner Schweere leidet, sich in einer flüßigen Materie beweget.

Beweis dessen, was der Versuch zeiget.

§. 194. Der Herr von Leibnitz hat einen Versuch angegeben, wodurch man inne wird, daß ein Cörper, indem er in einer flüßigen Materie nieder steiget, mit ihr nicht zugleich drucket; wenn er aber von ihr getragen wird, seine Krafft zu drucken mit ihr vereiniget. Es gab ihm dazu Anlaß der

Cörper drücken nicht mit der flüßigen Materie, indem sie durch sie fallen.

Streit

§. 194. Wer dieſes entdecket.

Streit zwiſchen den beyden Medicis Ramazzini und Schellhammern, deren jener Profeſſor Medicinæ in Padua war, dieſer aber eben dieſe Stelle in Kiel bekleidet, wegen der Urſache des Falles des Queckſilbers im Wetter-Glaſe bey dem Regenwetter. Denn als ſie ſich nicht darüber mit einander vereinigen konnten, ſondern von A. 1696. bis 1698. mit einander vergebens geſtritten hatten, wie umſtändlicher in den Actis Eruditorum (f) ausgeführet wird; ſchrieb Ramazzini an **Leibnitzen** und erkundigte ſich von ihm, was er von dieſer Sache hielte. Der Herr von **Leibnitz** antwortete ihm, er ſähe die Dünſte an als Cörper, die von der Lufft getragen würden und, ehe ſie in Tropffen zuſammen flöſſen, mit ihr zugleich drucketen, folgends ihre Schweere dadurch vermehreten. So bald ſie aber in Tropffen zuſammen flöſſen, fiengen ſie an zu fallen und im Fallen drucketen ſie nicht mehr mit der Lufft, ſolchergeſtalt würde die Lufft leichter, als ſie vorhin geweſen war. Damit er nun dieſes erweiſen möchte, daß das Waſſer, indem es durch die Lufft fiele, nicht mehr mit der Lufft druckete; ſo gab er ihm folgenden Verſuch an. Er hieß ihn an eine Wage eine etwas lange Röhre AB anhängen, damit der Cörper nicht bald zu Boden käme, Tab. XVI. Fig. 94.

wenn

(f) Anno 1711. p. 10. & ſeqq.

§. 194. Versuch, wodurch es erhellet.

wenn er fiele, und man die Veränderung an der Wage desto besser wahrnehmen könnte. Diese Röhre sollte er mit Wasser füllen und eine hohle Kugel D aus einer Materie, die an sich schweerer ist, als das Wasser, hinein legen. Anfangs solte er das Loch, wo Wasser hinein kommen war, verstopffen, damit der Cörper im Wasser schwimmete, und die Wage durch ein Gewichte C in wagerechten Stand setzen: so würde er finden, daß der Cörper gantz mit dem Wasser druckete, indem die Röhre mit Wasser um so viel schweerer würde, als derselbe wäget. Nach diesem solte er die Eröffnung aufmachen, daß das Wasser hinein lauffen könnte, und der Cörper zu Boden fiele: so würde er sehen, daß das Gewichte C, welches vorher mit der Röhre AB gantz genau inne stund, einen Ausschlag giebet, und dadurch erhellen, daß der Cörper im Falle nicht mehr mit dem Wasser seine Krafft zu drucken vereinige.

Wenn er nicht von statten gehet.

Ramazzini brauchte eine Wage, die nicht schnelle genung im Ausschlage war und eine allzu kurtze Röhre, da der Cörper bald zu Boden kam: derowegen wolte ihm der Versuch nicht gelingen und er ließ ihn liegen.

Wie er mit Fortgang wiederhohlet worden.

Als er aber viele Jahre hernach es mit Gratiano, Professore Philosophiæ zu Padua etliche mahl versuchte, gieng es ihm glücklich von statten und gab daher seinen gantzen Streit, den er mit dem Herrn

Schell-

§. 194.

Schellhammer gehabt hatte, A. 1710. zugleich mit Leibnitzens Brieffe heraus (g). Weil es aber beschweerlich ist einen hohlen Cörper im Wasser zu eröffnen, daß dasselbe hinein lauffen kan; so hat Ramazzini einen Cörper, der schweerer ist als das Wasser, mit einem Faden an die Wage gebunden, nach diesem aber, damit es fallen könnte, den Faden abgeschnitten. So bald die Sache in den Actis Eruditorum A. 1711. bekannt gemacht worden, hat man überall diesen Versuch mit gutem Fortgange wiederhohlet. Als der Herr von Leibnitz sahe, daß sein Versuch, den er vorgeschlagen hatte, glücklich zu Stande kommen war; schrieb er es an den Herrn Abt von Bignon, welcher in der Königlichen Academie der Wissenschafften es dem Herrn de Reaumur auftrug zu untersuchen. Dieser befand es gleichfalls richtig (h) und hat daher die Sache überall Beyfall gefunden. Nachdem ein hefftiger Streit zwischen den Engelländern und Deutschen wegen Erfindung der Differential-Rechnung entstanden, der uns an diesem Orte nichts angehet, und davon

Warum man Einwürffe dargegen gemacht.

(g) Ephemerides barometricæ Mutinæ olim editæ, nunc Patavii recusæ cum tota controversia &c.

(h) Histoire de l'Acad. Roy des Sciences A. 1711. p. m. 6.

§. 194. ich zu anderer Zeit an einem Orte eines und das andere erinnert (i); hat man sonderlich nach dem Tode des Herrn von Leibnitz, da er sich nicht mehr verantworten konnte, auch gerne seine zur Welt-Weisheit gehörige Erfindungen in Engelland verdächtig machen wollen. In dieser Absicht hat auch Desaguliers (k) nicht so wohl wieder den Versuch selbst, als wieder dessen Gebrauch in Erklärung der Veränderung im Wetter-Glase bey einfallendem Regen-Wetter eines und das andere einwenden wollen. Allein es hat nicht allein der Herr Prof. Rast in Königsberg in einer besonderen Dissertation, sondern auch erst neulich Michelotti in Italien (l) auf alle Einwürffe zulänglich geantwortet und deren Ungrund zur Gnüge erwiesen. Ich habe den Versuch gleichfalls mehr als einmahl mit gutem Fortgange angestellet. Ich habe die Röhre von Bleche über $4\frac{1}{2}$ Schuh lang und über 1 Zoll weit machen lassen. An stat des Cörpers, der anfangs im Wasser schwimmen solte, D habe

Wie ihn der Autor angestellet.

(i) Lexic. Mathemat. unter dem Worte Differential-Rechnung. Anfangs-Gründe der Mathemat. im Anhange p. §. 80. & seqq.

(k) Transact. Anglic. n. 351. p. 573.

(l) Dissertat. Physico-Mathematica de separatione fluidorum in corpore animali p. 54. & seqq.

habe ich ein bleyernes Gewicht bey nahe ein Pfund schweer und in der Figur eines Cylinders an einen Faden oben an den Griff der Röhre gebunden, damit die Röhre an die Wage angehängen ward. Diese Röhre habe ich voll Wasser gegossen und nach diesem durch das Gewichte C in wagerechten Stand gesetzet. Damit ich durch das Abschneiden des Fadens die Wage nicht erschütterte; habe ich ihn mit einem Wachsstocke abgebrannt. So bald das Gewichte D angefangen zu fallen, hat das Gewichte C einen Ausschlag gegeben und ist solchergestalt die Röhre AB mit dem Wasser und dem Gewichte D in ihm leichter worden. Hingegen so bald es den Boden erreichet, und zu fallen aufgehöret, ist die Wage wieder in ihren vorigen Stand kommen. Und hieraus war zur Gnüge klar, daß der Cörper D, indem er herunter fiel, nicht zugleich mit auf die Röhre druckete und mit ihr die Wage beschweerete. Es scheinet dieses zwar anfangs wunderlich zu seyn; allein wenn man es genauer überleget, siehet man gantz deutlich, daß es nicht anders seyn könne. Es ist wohl wahr, das Gewichte mag an die Röhre angebunden seyn und im Wasser frey hängen, oder in dem Wasser, so in der Röhre ist, hinunter fallen; so ist es einmahl wie das andere in der Röhre, und gewinnet daher das Ansehen, als wenn es in einem

§. 194.

Hand-Griff.

Erklärung des Versuches.

§. 194. Falle so wohl als wie in dem andern zu der Schweere der Röhre mit Wasser müste geschlagen werden. Allein wir wissen aus dem vorhergehenden, daß die Schweere des Wassers nicht um die gantze Schweere des Cörpers, der in ihm ist, vermehret wird, sondern nur um einen gewissen Theil davon, der übrige Theil aber demselben zur Bewegung im Wasser verbleibet (§. 180.). Derjenige Theil nun der Krafft, der zur Bewegung angewendet wird, wird keinesweges zum Drucke auf das Wasser angewendet. Da nun der Cörper auf den Boden der Röhre nicht anders als durch das Wasser drucken kan und also in so weit dasselbe von ihm gedrucket wird; so ist auch nicht möglich, daß derjenige Theil der Schweere, den er zur Bewegung übrig behält, mit wäget. Da die Röhre an der Wage hänget und sie ziehet, kan auch nichts mit wägen, als was auf die Röhre drucket oder sie ziehet. Hieraus aber erhellet, daß der Cörper, indem er in einer flüßigen Materie nieder steiget, doch noch so viel mit ihr wäget, als ihm von ihr Wiederstand geschiehet oder von seiner Schweere darinnen abgehet. Will man dieses insbesondere versuchen; so gehet es leicht an. Denn man halte den Cörper bey dem Faden mit der Hand; so wird das Wasser dadurch um so viel schweerer, als ihm von seiner Schweere darinnen abgehet

Wie viel der Cörper mit dem Wasser, wodurch er fället, drucket.

Versuch davon.

(§. 180.)

(§. 180.). Man bringe alsdenn die Wage §. 194.
in ihren rechten Stand, daß das Zünglein genau inne ſtehet und, wenn ſolches geſchehen, laſſe man das Gewichte fahren. Indem es hinunter fället, leidet die Wage nicht die geringſte Veränderung, und iſt demnach klar, daß auch noch im Falle die Schweere des Waſſers um ſo viel von ihm vermehret wird, als es vorhin, da es hinein gehangen ward, von ſeiner Schweere verlohr. Und auf dieſe Art hat Desauguliers den Verſuch angeſtellet, da er des Herrn von Leibnitz Erklärung, warum die Lufft bey Regen-Wetter weniger drucket, verdächtig machen wolte. Er meinet auch, als hätte der Herr von Leibnitz gefehlet, daß er geſaget, der Cörper vermehrete im Falle gar nicht die Schweere der flüßigen Materie: welches doch in der That falſch iſt. Allein wer wolte zweiffeln, daß der Herr von Leibnitz, ob er es gleich nicht ausdrücklich erinnert, indem es eine Sache iſt, die ein jeder Anfänger aus der Hydroſtatick weiß, nicht ſolte gewuſt haben, daß die Schweere des Waſſers um ſo viel vermehret wird, als es der Bewegung eines Cörpers in ihm wiederſtehet? Unterdeſſen ſiehet man leicht, daß, weil in dem Falle die Röhre mit dem Waſſer bloß um ſo viel leichter wird, als derjenige Theil der Schweere austräget, den der Cörper im Waſſer von ſeiner Schweere übrig

Wie man in Engelland den Leibnitziſchen Verſuch angeſtellet.

§. 194. brig behält, man den Verſuch nicht mit ſolchen Cörpern anſtellen muß, die nur gantz was weniges von ihrer Schweere übrig behalten, indem ſie nicht von gar viel ſchweererer Art ſind als das Waſſer. Alſo habe ich an ſtat des Bleyes rothes Wachs genommen, welches man in Gerichten zu Siegeln brauchet, und, damit es noch etwas ſchweerer werden möchte, ein wenig Bley mit hinein geſtecket. Als ich alles übrige ſo machte, wie vorhin; ſo konnte man keinen mercklichen Ausſchlag verſpüren, indem der davon gemachte Cörper in dem Waſſer hinunter fiel. Es iſt wohl wahr, daß dieſer und dergleichen Cörper, die nicht viel ſchweerer ſind als das Waſſer, ſich ſehr langſam bewegen (§. 193.) und daher der Ausſchlag deſto bequemer wahrzunehmen wäre, weil er lange dauret, da hingegen ſchweere Gewichte gar bald zu Boden kommen: allein wenn es einem zu geſchwinde wäre, als daß man den Ausſchlag genung wahrnehmen könnte, müſte man lieber eine längere Röhre dazu gebrauchen.

Erinnerung.

Warum Cörper nicht unterſincken.

§. 195. Es iſt eine bekannte Sache, daß einige Cörper im Waſſer und anderen flüßigen Materien ſchwimmen und nicht unterſincken. Man weiß auch den Grund davon anzuzeigen, weil nemlich dieſelben von einer leichteren Art ſind als das Waſſer, das

§. 195.

das iſt, weil ſie einen gröſſeren Raum einnehmen als das Waſſer, welches eben ſo ſchweer wäget, als ſie. Und daß dieſes der wahre Grund und kein anderer ſey, läſſet ſich aus dem vorhergehenden gar leicht erweiſen. Denn ein Cörper hat entweder einerley Art der Schweere mit dem Waſſer, oder er iſt von einer ſchweereren Art, oder von einer leichteren. Hat er einerley Art der Schweere, ſo iſt es ja eben ſo viel, ob er, oder Waſſer in demſelben Raume iſt. Derowegen da das Waſſer ruhet und weder ſteigen, noch fallen kan; ſo muß auch derſelbe Cörper ſtille ſtehen bleiben, wo man ihn in dem Waſſer hinſetzet. Iſt er von ſchweererer Art als das Waſſer, ſo ſincket er darinnen unter (§. 193.). Derowegen da die Cörper von ſchweererer Art als das Waſſer in ihm unterſincken, die von einerley Art der Schweere innerhalb demſelben bleiben, wo man ſie hinſtellet; ſo müſſen diejenigen, welche ſich nur eintauchen und, wenn ſie gantz unter das Waſſer geſtoſſen werden, wieder heraus kommen, von leichterer Art als das Waſſer ſeyn. Unerachtet man nur vorher ſiehet, daß ſie von leichterer Art ſeyn müſſen; ſo habe ich doch auch ſolches durch einen Verſuch augenſcheinlich zeigen wollen, damit wir deſſen deſto mehr verſichert würden. Ich habe demnach einen Würffel von Holtz machen

Beweis.

Verſuch.

§. 195. Tab. I. Fig. 1. lassen, der sich gantz genau in ein blechernes Gefäßlein ABCDEF geschicket. Dieses habe ich voll Wasser gegossen und auf die eine Wage-Schaale gesetzet; die andere Wage-Schaale aber mit Gewichten beschweeret, bis die Wage genau inne stund. Als ich nach diesem das Wasser ausgoß und den Würffel von Holtze davor hinlegete; gab das Gewichte einen Ausschlag und war daher klar zu sehen, daß das Holtz leichter war, als eben so viel Wasser. Nun bleibet das Holtz nicht unter dem Wasser, sondern fähret in die Höhe, wenn man es hinunter stösset, und bleibet nur ein Theil davon eingetaucht. Derowegen ist klar, daß die Cörper von leichterer Art als das Wasser oder eine andere flüßige Materie sich in derselben nur eintauchen und, wenn sie gantz hinunter gestossen werden, wieder in die Höhe steigen.

Cörper, die leichter sind, als das Wasser und in ihm eingetauchet, wägen gantz mit ihm.

§. 196. Es wird wohl niemand zweifeln, daß, wenn ein Cörper, der leichter ist als das Wasser, auf ihm lieget und ein Theil davon eingetauchet ist, derselbe mit seiner gantzen Schweere zugleich mit dem Wasser wäget. Unterdessen damit wir es mit Gewißheit annehmen, auch einige Fälle dabey mercken möchten, darinnen man leicht zweiffelhafft werden könnte: so habe ich doch nicht für undienlich befunden es durch folgende Versuche zu erläutern. Zu dem Ende habe ich einen

§. 196.

einen höltzernen Würffel auf der Wage genau abgewogen und das Gewichte bey Seite geleget. Nach diesem habe ich ein Glaß mit Wasser auf die Wage gesetzet und durch Hülffe der Gewichte es mit ihnen in einen wagerechten Stand gebracht. Als ich den Würffel von Holtze in das Wasser geleget, hat die Wage von der Seite einen Ausschlag gegeben. So bald ich aber das Gewichte, welches mit dem Würffel inne stund, auf die andere Wage-Schaale geleget; ist die Wage wieder in ihren vorigen Stand kommen, und demnach ist das Glaß mit Wasser um so viel schweerer worden, als der Würffel gewogen. Ich habe nach diesem den Würffel an einen Faden gebunden, zu welchem Ende oben ein Oehre von Drath gemachet war. Als ich den Faden dergestalt hielt, daß er zwar gantz ausgedehnet war, jedoch der Würffel seine Freyheit behielt sich so viel einzutauchen, als er wolte; so blieb dennoch das Wasser um so viel schweerer als der gantze Würffel wug. Als ich auf eine gleiche Weise den Faden an eine Wage band; so sahe man, daß die Wage dadurch nicht im geringsten beschweeret ward.

§. 197. Hingegen schien es unvermuthet zu seyn, daß, als ich den Würffel im Wasser hinunter stieß, und nicht wieder herauf ließ, sondern er unter dem Wasser

Wenn ein leichterer Cörper ins Wasser gestoffen

§. 197. wird, nimmet deſſen Schweere mehr als um das Gewichte des Cörpers zu.

bleiben muſte, daſſelbe dadurch viel ſchweerer ward: denn es gab bald einen groſſen Ausſchlag. Ich nahm nach dieſem eine gläſerne Kugel mit einer Röhre, die 278. Gr. wug, und hielt ſie bis an die Röhre ins Waſſer; ſo gab das Waſſer einen ſo groſſen Ausſchlag, daß ich 1 Untzen 3 dr. 14 Gr. auf die andere Seite der Wage legen muſte, ehe ſie wieder in wagerechten Stand geſetzet ward. Und demnach wug das Glaß mit dem Waſſer weit mehr, als wenn ich die Kugel mit der Röhre gantz darein legete. Ich nahm nach dieſem eine Lamms-Blaſe, die ich aufgeblaſen und oben feſte verbunden hatte. Unerachtet dieſe gar wenig wug, wie zur Gnüge jedem bekannt iſt; ſo gab es doch einen ungemeinen Ausſchlag, als ich ſie mit Gewalt ins Waſſer ſtieß, verſpürete auch gar ungemein mehr Widerſtand als vorhin bey der gläſernen Kugel. Woraus erhellet, daß das Waſſer um ſo viel ſchweerer wird, je mehr man Krafft anwenden muß einen Cörper, der leichter als Waſſer iſt, unter ihm zu erhalten, ingleichen daß man mehr Krafft dazu anwenden muß, je von leichterer Art der Cörper iſt.

Wie viel das Waſſer ſchweerer wägt, wenn man

§. 198. Es iſt wohl hieraus genungſam zu vermuthen, daß die Krafft, welche angewendet wird den Cörper unter dem Waſſer zu erhalten, zugleich mit dem Waſſer

§. 198. einen Cörper, der leichter als dasselbe, hinein stösset.

ser wäget. Denn wer den Cörper mit Gewalt in das Wasser drucket, der muß so starck drucken, als ihm das Wasser wiederstehet, und demnach drucket er so viel gegen das Wasser als Krafft angewendet wird den Cörper darunter zu erhalten. Was aber auf das Wasser drucket, vermehret um so viel seine Schweere als es darauf drucket (§. 180.). Derowegen muß die Schweere des Wassers um so viel vermehret werden als das Gewichte austräget, welches durch diesen Druck auf der Wage-Schaale kan erhalten werden. Man kan es noch auf eine andere Art beareiffen. Es ist gleichviel, ob man einen Cörper, der leichter ist als das Wasser, in das Wasser mit der Hand hinein drucket, oder ob man ein Gewichte daran hänget, der ihn hinunter ziehet. Wer daran zweiffeln wolte, der kan es versuchen, wie ich gleich mit mehrerem zeigen will. Wenn man an einen Cörper, der leichter ist als das Wasser, ein Gewichte anhänget, der ihn unter das Wasser ziehen kan und mit ihm unter demselben erhält, aber nicht zu Boden gehet; so machte er mit dem Gewichte zusammen einen Cörper, der von einerley Art der Schweere mit dem Wasser ist. Alsdenn aber wäget das gantze Gewichte mit dem Wasser (§. 196.). Derowegen muß auch die Krafft, welche den Cörper hinunter drucket, zugleich mit wägen.

Wird erwiesen.

Damit

§. 198.

Wird durch einen Versuch bestetiget.

Damit wir aber dieses alles deutlicher mit unseren Sinnen begreiffen möchten; so habe ich es durch folgenden Versuch gezeiget. Ich habe an eine Lamms-Blase ein bleyernes Gewichte gebunden und so lange davon etwas abgefeilet, bis die Blase von ihm gantz unter dem Wasser erhalten ward. Als ich alles zusammen auf der Wage abgewogen, vorher aber auch so wohl die Blase mit dem Gewichte, als das Glaß mit dem Wasser besonders gewogen hatte; so befand sichs, daß, als die Blase mit dem Gewichte im Wasser war, es so viel mehr wug, als ihre Schweere austrug. Ich druckte nach diesem eben die Blase mit der Hand unter das Wasser und legte auf die andere Wage-Schaale Gewichte, bis die Wage inne stund, woraus man ersahe, wie viel durch den Druck der Hand das Wasser schweerer ward. Nun ist nicht zu leugnen, daß dieses etwas weniger war, als die Schweere des Gewichtes austrug: allein es kan auch nicht so viel seyn. Denn das Gewichte, welches an die Blase gebunden wird, und sie bis unter das Wasser ziehet, behält im Wasser nicht seine gantze Krafft (§. 178.) und kan daher nicht stärcker ziehen, als derjenige Theil der Krafft ist, der ihm übrig verbleibet. Um nun dieses ausser allen Zweiffel zu setzen, habe ich das Gewichte noch besonders im Wasser abgewogen, und gefun-

Zweiffel wird benommen.

den,

§. 198.

den, daß es darinnen eben ſo viel wäget, als das Waſſer durch den Druck der Hand auf die Blaſe ſchwerer wird. Man könnte dieſes noch auf eine beſondere Art verſuchen, wenn man Belieben hätte ein beſonderes Inſtrument dazu verfertigen zu laſſen. Es ſey ABDC ein Gefäſſe von Bleche oder (wenn man es dauerhaffter haben will und die Koſten nicht ſcheuet) von Meßinge. An den Boden des Gefäſſes CD iſt eine kleine Rolle G von Meßing befeſtiget, die der Röhre EF um ſo viel näher iſt, daß der Faden LG in die Mitte des Gefäſſes kommet: denn ſo hat der Cörper I deſto beſſer Raum. In der Röhre DE iſt gleichfalls in H eine Rolle befeſtiget, welche bis in ihre Mitten gehet, damit der Faden ſich durch die Röhre bequem durchziehen läſſet und nirgends durch Reiben einen Wiederſtand verurſachet. Die Röhre EF wird ſo hoch wie das Gefäſſe gemacht, damit das Waſſer nicht heraus lauffen kan (§. 20.): aber nicht gar zu enge, damit man den Faden bequem durchziehen kan. Damit der Faden durch die Rollen G und H ſich ziehen läſſet, ſo wird die untere Röhre DE weit gemacht und die kleinere KF entweder angeſchraubet, oder daran befeſtiget, wie wir oben in einem anderen Falle die Röhre an ein meßingenes Gefäſſe feſte gemacht (§. 52.). An dem Faden GL iſt ein

Tab. XVI. Fig. 95.

Beſonderes Inſtrument zu dieſem Verſuche.

§. 198. ein Hacken, daran man den Cörper hängen kan, den man unter das Wasser tauchen will: hingegen von der andern Seite ein Rincken, den man an den Hacken einer Wage hänget und dadurch zugleich verhindert wird, daß sich der Faden nicht durch die Röhre KF durchziehet, weil es beschweerlich ist ihn durch die Rollen G und H zu bringen. Wenn man nun den Rincken M in die Wage einhänget und in den Hacken L den Cörper I, den man untertauchen will; nach diesem das Gefässe mit Wasser erfüllet: so darf man nur die Wage-Schaale N mit so viel Gewichte beschweeren, bis der Cörper gantz unter dem Wasser ist; so erkennet man dadurch, wieviel Krafft erfordert wird ihn unter das Wasser zu drucken und im Wasser zu erhalten. Und weil das Wasser so viel Krafft anwendet ihn in die Höhe zu treiben, als erfordert wird ihn darunter zu erhalten: so weiß man dadurch zugleich, wie viel Krafft das Wasser anwendet den Cörper in die Höhe zu treiben.

Leichte Cörper heben schweere im Wasser in die Höhe.

§. 199. Gleichwie eine Krafft, welche schwächer drucket, als das Wasser ihr wiederstehet, die Blase oder einen andern leichten Cörper nicht unter das Wasser bringen kan; so kan auch ein Gewichte, welches nicht so starck ziehen kan, als das Wasser dem leichten Cörper wiederstehet, wenn er untergetaucht werden soll, ihn nicht unter dem

Was-

§. 199. Beschreibung des Versuches.

Wasser erhalten. Zu dem Ende habe ich folgenden Versuch angestellet. Ich habe in ein Gläßlein mit einem engen Halse Queckſilber gefüllet und oben eine Lamms-Blase feste angebunden, die gantz zusammen gedrucket war. Dieses habe ich zusammen in ein Cylindrisches Glaß mit Wasser geleget, welches etwas unter einem Schuhe hoch war. Das Glaß habe ich auf den Teller der Lufft-Pumpe gesetzet und, nachdem ich die Glocke darüber gedecket, die Lufft gewöhnlicher massen ausgepumpet. Als dieses geschahe, hat sich die Lufft ausgebreitet, und die Blase aufgeblasen (§. 83.). Endlich ist sie in die Höhe gegangen und hat das Glaß mit gehoben, so daß es zugleich mit der Blase geschwommen. Hieraus ist demnach klar, daß eine aufgeblasene Blase Krafft hat einen schweeren Cörper im Wasser in die Höhe zu heben. Ich habe es auch sonst noch auf andere Weise versucht. In einer Schweins-Blase habe ich ein wenig Lufft gelassen und sie feste verbunden, damit nichts davon heraus konnte. Diese Blase habe ich an ein Gewichte gebunden und sie um dasselbe von der einen Seite herum geschlagen, daß es im Wasser darauf gestanden. Als ich wie vorhin die Lufft ausgepumpet, hat die Lufft in der Blase sich ausgebreitet (§. 83.), wodurch nicht allein sie sich unter dem Gewich-

Noch ein anderer Versuch.

§. 199. te hervorgezogen, sondern auch endlich wie vorhin in die Höhe gegangen und das Gewichte mit sich in die Höhe gehoben. Woraus zugleich erhellet, daß das Wasser nicht so starck drucket als die ausdehnende Krafft der eingeschlossenen Lufft. Die Blase und das Gewichte zusammen machen mit einander einen Cörper aus. Wenn nun dieselbe so sehr aufgeblasen wird, daß sie und das Gewichte zusammen einen gröſseren Raum einnehmen, als das Wasser, welches mit ihnen einerley Schweere hat; so ist es eben so viel, als wenn sie zusammen ein Cörper wären, der von leichterer Art ist als das Wasser. Da nun dergleichen Cörper nicht unter dem Wasser verbleibet, sondern darinnen in die Höhe steiget; so muß auch die Blase mit dem an ihr hangendem Gewichte in die Höhe gehen. Wenn man eine Schweins-Blase zu dem Versuche brauchen will; so muß man ein weites und hohes Glaß darzu haben, denn sonst langet sie mit dem Gewichte bis auf den Boden und kan es nicht heben. Und hieraus ist zugleich klar, warum Materien von schweererer Art, als das Wasser oder eine andere flüßige Materie ist, im Wasser oder der andern flüßigen Materie schwimmen, wenn sie hohl gemacht werden: wovon bald noch etwas umständlicher erinnert werden soll. Wir können aber aus den bisherigen Versuchen

Erklärung des Versuches.

§. 199. Warum die Blasen unter dem Wasser so viel vermögen.

ſuchen gar leicht ermeſſen, daß die Blaſen gar viel ausrichten können. Denn da es unmöglich iſt, daß ein Cörper, der im Waſſer eingetaucht, eher ruhen kan, als bis er ſo viel Raum einnimmet, als das Waſſer, welches ihm an Schweere gleich iſt, maſſen es alsdenn eben ſo viel iſt, als wenn an ſeiner ſtat Waſſer wäre; ſo muß er mit ſo vieler Krafft in die Höhe getrieben werden, als die Schweere des Waſſers, welches mit ihm einerley Raum erfüllet, ſeine Schweere überſchreitet. Z. E. Wenn er einen Cubic-Schuh groß iſt, ſo wird er mit ſolcher Krafft in die Höhe getrieben, als ein Cubic-Schuh Waſſer ſchweerer als er iſt. Wir wollen ſetzen, eine Ochſen-Blaſe, die ſtarck aufgeblaſen iſt, nehme nur den vierdten Theil von einem Cubic-Schuhe ein. Da ihre Schweere gegen die Schweere des Waſſers vor nichts zu achten; ſo wird dieſelbe von ſo vieler Krafft in die Höhe getrieben, als der vierdte Theil von einem Cubic-Schuh Waſſer wäget. Ein Cubic-Schuh Waſſer wäget wenigſtens 64 Pfund (§. 7.). Derowegen wird die Blaſe durch eine Krafft von 16 Pfunden in die Höhe getrieben und gilt demnach gleichviel, ob ich einen Cörper, der unter dem Waſſer lieget, mit einem Gewichte von 16 Pfunden in die Höhe ziehe, oder eine ſolche Blaſe anhänge. Wenn wir acht ſolche Blaſen an einen Cörper bin-

§. 199. den, der unter dem Wasser lieget; so ist es eben so viel als wenn man 128 Pfund brauchte ihn in die Höhe zu ziehen. Wolte man 16 Blasen von der Grösse, wie sie angenommen ist, dazu brauchen; so wäre es eben dieses als wenn man 256 Pf. anwendete ihn in die Höhe zu bringen. Und hieraus siehet man, daß man gar grosse Lasten unter dem Wasser ohne Mühe in die Höhe bringen kan, wenn man nur unten viel Blasen daran bindet. Einzele Blasen kan man leicht hinunter bringen, indem eine von der Art, wie wir sie angenommen, nur 16 Pfund Krafft erfordert sie hinunter zu ziehen: wenn aber nach diesem viele zusammen kommen, so vermögen sie was ansehnliches auszurichten. Man hat aber wohl zu erwegen, daß, da ein Cörper im Wasser viel weniger wäget, als in der Lufft (§. 178.), man durch Blasen um so vielmehr ausrichten kan, je näher die Schweere des Cörpers zu der Schweere des Wassers kommet. Z. E. Eisen verlieret bey nahe den achten Theil von seiner Schweere im Wasser (§. 191.). Wenn demnach 80 Pfund Eisen im Wasser lägen, brauchte man nur 70 Pfund sie zu bewegen. Wenn man an diese 80 Pfund fünff Blasen bindete, die von der vorigen Grösse wären, so könnten sie 80 Pfund ziehen. Und demnach würden sie mit der Last von 80 Pfund

Wozu man sie brauchen kan.

Erinnerung.

Eisen

Eisen sehr schnelle in die Höhe fahren. Denen, welche mit gegenwärtigen Versuchen nicht umgegangen, scheinet die Sache fast unglaublich zu seyn: allein sie ist in der Vernunfft und Erfahrung gegründet. §. 200.

§. 200. Da ein Gewichte unter 16 Pfunden eine aufgeblasene Ochsen-Blase, die den vierdten Theil eines Cubic-Schuhes einnimmet, nicht gantz unter das Wasser tauchen, vielweniger mit ihr untersincken kan; so kan sie auch einen Cörper der nach Abgange seines Gewichtes im Wasser bis 16 Pfund übrig behält, nicht untersincken lassen. Und aus dieser Ursache sehen wir, daß diejenigen, welche wollen schwimmen lernen, durch Blasen, die sie unter die Armen gebunden, sich auf dem Wasser erhalten und wieder die Gefahr zu ersauffen beschützen. Ob gleich der Mensch sehr schweer ist, so verlieret er doch gar viel von seinem Gewichte, indem er grösten Theils aus Materie bestehet, die nicht viel schweerer ist als das Wasser, auch über dieses hin und wieder viel Höhlen hat, die bloß mit Lufft angefüllet sind. Und daher kan er mit wenigen Blasen erhalten werden, daß er nicht untersincket. Unterdessen siehet man hier auch einen Weg zu erforschen, den wie vielten Theil von seiner Schweere der menschliche Cörper im Wasser verlieret. Wenn man nemlich so viel Blasen an ihn hänget,

Warum Blasen nicht untersincken lassen.

Warum ein Mensch mit wenigen erhalten werden kan.

Wie man findet, wie viel unser Leib im Wasser von seiner Schweere verlieret.

§. 200. bis er ſich nicht weiter untertauchet, als bis an den Kopff, damit er für der Gefahr zu erſauffen ſicher iſt, und ſuchet nach dieſem die Krafft des Waſſers, welche den Blaſen wiederſtehet (§. 198.), ſo weiß man die Schweere, welche der Cörper im Waſſer übrig behält, ob zwar nicht gantz genau, jedoch bey nahe, weil noch etwas von der Schweere des Kopffes abgehen würde, wenn man ihn untertauchte. Man könnte auch die Schweere von anderem Fleiſche mit Knochen unterſuchen, die es im Waſſer übrig behält, und nach dieſem wahrſcheinlich auf den menſchlichen Cörper ſchlüſſen: welche Wahrſcheinlichkeit dadurch ſich rechtfertigen läſſet, wenn man die Krafft des Waſſers zugleich unterſuchet (§. 198.), welche die Blaſen mit ihm nicht wollen hinunter laſſen.

Warum todte Cörper, die verſuncken, vor ſich in die Höhe kommen können.

§. 201. Man erkennet ferner aus dem, was bisher beygebracht worden, wie es möglich iſt, daß ein Menſch unterſincket, wenn er erſäufft, und nach einigen Tagen wieder in die Höhe kommet. Es iſt nemlich bekannt, daß, wenn todte Leichnamme anfangen zu faulen, eine Jährung in den Säfften entſtehet, welche die fleiſchichten Theile des Leibes erfüllen. Die Jährung treibet alles weiter aus einander und machet, daß der Leichnam mehr Raum einnimmet, als vorhin. Daher kan es geſchehen, daß er nun

von

von leichterer Art wird, als das Waſſer, ob er gleich anfangs von ſchweererer Art war. Derowegen weil ein Cörper, wenn er leichter wird als das Waſſer, nicht unter dem Waſſer bleiben kan (§. 195.); ſo muß alsdenn auch der todte Leichnam ſich heben und in die Höhe gehen, bis er oben auf dem Waſſer ſchwimmet, oder nur ein Theil davon hervor raget. Man wird dannenhero auch befinden, daß, wenn ein todter Leichnam, der unter dem Waſſer gelegen, wieder vor ſich in die Höhe kommet, das Fleiſch überall ſehr aufgelauffen ausſiehet, welches man abſonderlich im Geſichte am leichteſten wahrnehmen kan. §. 201.

§. 202. Ich habe auch gewieſen, daß einige Cörper in einer flüßigen Materie ſchwimmen, in einer andern aber unterſincken. Zu dem Ende habe ich eine Kugel von gemeinem Wachſe gemacht, welches ich von einem gelben Wachsſtocke abgezogen. Dieſe Kugel blieb im Waſſer ſchwimmen, hingegen im ſpiritu vini ſunck ſie unter. Hieher gehöret auch die bleyerne Kugel, welche im Queckſilber ſchwimmet (§. 192.), ob ſie gleich im Waſſer unterſincket (§. 193.). Die Urſache iſt aus dem vorhergehenden leicht zu erſehen. Waſſer iſt von ſchweererer Art als der ſpiritus vini, das iſt, ein Cubic-Zoll Waſſer wäget mehr als ein Cubic-Zoll ſpiritus vini. Es gehet demnach Warum einige Cörper in einer flüßigen Materie unterſincken, in der andern ſchwimmen.

§. 202. wohl an, daß ein Cubic-Zoll von einer gewissen Art Materie, z. E. vom Wachse, kan leichter seyn als ein Cubic-Zoll Wasser, und doch schweerer als ein Cubic-Zoll spiritus vini, oder auch schweerer als ein Cubic-Zoll Wasser, hingegen leichter als ein Cubic-Zoll Queckſilber, wie das Bley und die meiſten Metalle (§. 192.). Und demnach muß dieſelbe Materie im Waſſer ſchwimmen, hingegen im ſpiritu vini unterſincken; oder im Waſſer unterſincken und im Queckſilber ſchwimmen. Aber eben weil dieſes geſchiehet, ſo ſiehet man daraus, daß feſte Materien, die ſich ſchmeltzen laſſen, als wie Wachs, doch können leichter ſeyn als einige flüßige Materien, ob man gleich in ihnen keine Höhlen verſpüret, die von Lufft erfüllet ſind, wie oben bey dem Holtze (§. 161.) und Leder (§. 163.)

Warum einige Cörper ſchwimmen, die unterſincken ſollen.

§. 203. Wenn ich die wächſerne Kugel etwas groß und durch Feil-Staub von Eiſen ſo ſchweer machte, bis ſie in dem Waſſer unterſincken konnte, ſo fand ich doch daß ſie ſchwimmen blieb, wenn ich ſie ſanfft auf das Waſſer legete. Eben dergleichen geſchahe mit kleineren Kugeln von rothem Wachſe, die ſonſt im Waſſer unterſincken (§. 193.). Die Urſache zeigte gleich der Augenſchein, als ich genau darauf acht hatte. Denn man ſahe, daß das Waſſer nicht rings herum die Kugeln genau berührete, ſondern

§. 203.

ſondern an einigen Orten zwiſchen ihnen und dem Waſſer einige Höhlen verblieben, darinnen nothwendig Lufft war (§. 80.). Derowegen war es eben ſo viel, als wenn man an die wächſerne Kugeln Blaſen gehangen hätte. Da nun nicht viel und groſſe Blaſen erfordert werden, wenn ſie einen Cörper, der nicht viel ſchweerer iſt als das Waſſer, von dem Unterſincken befreyen ſollen (§. 199.), die wächſerne Kugeln aber der Schweere des Waſſers ſehr nahe kommen, wie man auch ſelbſt in dem Verſuche wahrnehmen konnte, indem ſie nach dieſem, als ſie anfingen zu ſincken, gar langſam zu Boden gingen: ſo iſt kein Wunder, daß dadurch die Kugeln im Waſſer erhalten worden und nicht unterſincken konnten. So bald ich gedachte Kugeln mit dem Finger unter das Waſſer ſtieß; giengen ſie auf gehörige Weiſe zu Boden. Die Urſache war gehoben, warum ſie ſchwammen und nicht unterſincken konnten. Da nun dieſes weiter nicht gehindert ward, muſte es auch alſo erfolgen.

Warum ſchweere Cörper in die Höhe ſteigen.

§. 204. Als ich das Glaß mit Waſſer, darinnen eine kleine Kugel von dem rothen Wachſe lag, an das Fenſter ſetzte, hingen ſich nach und nach einige kleine Bläſelein daran. Endlich ſtieg die Kugel im Waſſer in die Höhe und blieb oben ſchwimmen, ſo lange als die Bläſelein daran verblieben: hin-

§. 204. gegen so bald als sie wieder verschwunden, fiel die Kugel wieder auf den Boden zurücke. Ein jeder siehet leicht, daß die kleinen Bläselein, die sich an einen kleinen Cörper hängen, eben so viel ausrichten müssen als die grossen Blasen, die man an einen versunckenen grossen Cörper bindet. Derowegen da diese denselben in die Höhe heben, bis er oben auf dem Wasser schwimmet (§. 199.); so müssen auch jene ein gleiches verrichten. Und hieher gehöret, daß, wenn ein schweerer Cörper unter dem Wasser lieget und, indem die Lufft ausgepumpet wird, viel Blasen sich rings herum an ihn anhängen, derselbe in die Höhe steiget, so lange die Blasen daran hangen bleiben, hingegen wieder zurücke fället, so bald sie sich davon absondern. Dergleichen haben wir oben von den Abricosen-Kernen angeführet (§. 166.). Ich habe auch eine breite Scheibe von rothem Wachse gemacht, doch nicht gantz eben, und sie auf das Wasser geleget; so ist sie nicht unter gesuncken. Wenn ich sie aber nach der Seite gebogen: so hat man gesehen, daß einige Blasen hervor fuhren, und sie ist alsdenn unter gesuncken. Nemlich weil dieses Wachs nicht viel schweerer ist als das Wasser; so kan ein wenig Lufft es leichter machen und ist hier abermahls so viel als wen man eine aufgeblasene Blase daran gehangen hätte, die den Fall im Wasser hinderte (§. 199.).

§. 205.

§. 205. Wir erkennen auch aus dem bisherigen zur Gnüge, wie hohl ein Cörper seyn müsse, daß er im Wasser schwimmen kan, da sonst die Materie, daraus er bestehet, darinnen untersincket. Nemlich weil ein Cörper schwimmet, der weniger wäget als das Wasser, was eben so viel Raum einnimmet, wie er (§. 196.); so muß man ihn so hohl machen, daß mehr Wasser hinein gehet, als er wäget. Z. E. Ich verlange, daß zwey Pfund Eisen schwimmen sollen; so muß eine Höhle darein kommen, die 2 Pfund oder 14992 Gran (§. 2.) Wasser und etwas darüber fasset. Da nun 495 Gran einen Cubic-Zoll ausmachen (§. 7.); so muß die Höhle 31 Cubic-Zoll betragen. Würde nun ein Würffel daraus gemacht; so bekäme die innere Seite bey nahe $3\frac{1}{10}$ Zoll (§. 215. Geom. & §. 103. Arithm.): verlangte man hingegen eine Kugel, so müste der Cubus diametri 59236 Cubic-Linien (§. 232. Geom. & §. 113. Arithm.) und also der Diameter im Lichten nicht viel unter 4 Zollen seyn (§. cit.). Man kan auch dieses durch Versuche bestetigen. Man nehme eine gläserne Kugel, die im Wasser schwimmet, und fülle sie mit Wasser. Nach diesem giesse man das Wasser in die eine Wage-Schaale und auf die andere lege man die Kugel: so wird man finden, daß das Wasser einen Ausschlag giebet,

§. 204. Beschaffenheit hohler Cörper, die im Wasser schwimmen.

Mathematischer Beweis.

Versuch.

§. 206. und zwar um sovielmehr, je schweerer die Kugel unter das Wasser zu bringen ist.

Cörper, der schwimmet, wenn er groß ist; aber untersincket, wenn man ein Stücke davon nimmet.

§. 206. Ich habe auch gewiesen, welches anfangs unglaublich zu seyn scheinet, daß es möglich sey einen Cörper zu machen, der im Wasser untersincket, wenn er klein ist, aber um so viel schneller in die Höhe steiget, je gröſſer man ihn machet, unerachtet man ihn kleiner machet, indem ein Stücke davon genommen wird und das übrige unverändert bleibet, oder auch vergröſſert, indem man mehrere von der Art, daraus er bestehet, hinzu setzet. Denn sonst wenn der Cörper einmahl so viel Materie behielte, als wie das andere, hingegen nur die Gröſſe geändert würde, daß dieselbe Materie einmahl mehr Raum einnähme als das andere; so wäre es einerley mit dem, was wir in vorigen Versuchen (§. 199.) gezeiget.

Beschreibung des Versuches.

Nemlich ich habe einige Stücklein Eisen in eine wächserne Kugel versteckt; so ist sie dadurch schweerer worden, als das Wasser, und in ihm zu Boden gegangen, wie auch schon oben angemercket worden (§. 193.). Wenn ich mehreres Wachs dazu genommen und die Kugel gröſſer gemacht, so ist sie nicht auf dem Boden liegen blieben, sondern um so viel schneller in die Höhe gestiegen, jemehr ich sie durch den Zusatz von Wachse vergröſſert. Hingegen wenn ich Wachs davon genommen

und

§. 206.

und sie kleiner gemacht, als sie anfangs war; so ist sie um so viel geschwinder zu Boden gegangen, jemehr ich Wachs davon genommen. Das Wachs ist leichter als das Wasser (§. 202.); das Eisen hingegen schweerer (§. 188.). Derowegen da Wachs und Eisen hier bloß nach ihrer Schweere zu betrachten sind; so erhellet aus gegenwärtigem Versuche, daß man aus zwey Materien, deren eine schweerer war, die andere aber leichter ist als eine flüßige Materie, einen Cörper zusammen setzen könne, der leichter wird als die flüßige Materie, wenn man von der leichteren mehr hinzu thut; hingegen schweerer, wenn man etwas davon nimmet. Und dieses lässet sich auch aus dem vorhergehenden beweisen. Wir wollen der Deutlichkeit halber den Beweis auf die Materien unseres Versuches ziehen. Das Eisen verlieret von seiner Schweere im Wasser bey nahe den achten Theil (§. 191.). Wenn ich demnach 8 Gran Eisen hätte; so blieben von seiner Schweere 7 Gran im Wasser übrig. Nimmet man nun ein Stücke Wachs, welches weniger als 7 Gr. leichter ist als das Wasser, z. E. nur 4 Gr. so ist das Wachs und Eisen zusammen um 3 Gr. noch schweerer als das Wasser und muß dahero im Wasser untersincken. Weil ein jedes Stücke Wachs leichter ist als Wasser, und zwar

Ursache desselben.

Beweis des hier behaupteten Satzes.

Theile

§. 206. Theile von gleicher Grösse gleichviel leichter sind; so darf man nur noch einmahl so viel Wachs dazu nehmen, als man anfangs hatte, und dann wird das Wachs um 8 Gr. folgends Wachs und Eisen zusammen um 1 Gr. leichter seyn als das Wasser und kan daher nicht mehr unter ihm verbleiben. Kommet noch halb ein so grosses Stücke hinzu, so wird es noch um 4 Gr. folgends die Materie zusammen um 5 Gr. leichter als das Wasser und nimmet dannenhero die Art der Schweere ab, indem die Grösse zunimmet.

Instrument die Art der Schweere in flüßigen Materien zu erforschen.

§. 207. Was wir bisher von denen Cörpern beygebracht, die von leichterer Art sind als eine flüßige Materie, darein man sie tauchet, hat zu Instrumenten Anlaß gegeben, dadurch man die Art der Schweere der flüßigen Materien erforschen, auch gar genau abmessen kan, welche man *Aræometra* zu nennen pfleget. Das gemeineste davon ist folgendes. AB und BC sind zwey gläserne Kugeln, die in B an einander sind und da aus der grossen inwendig eine Eröffnung in die kleinere gehet. CD ist eine gläserne Röhre, die durch angeschmeltzte Kügelein oder Knöpflein in gleiche Theile eingetheilet ist. Die kleinere Kugel AB wird zum Theil mit kleinem Bley-Hagel, den man durch die Röhre CD durchbringen kan, erfüllet, damit nicht allein das Instrument

Tab. XVII. Fig. 96. Beschreibung des gemeinen Aræometri.

§. 207.

ſtrument ſich auch in der leichteſten Materie bis über die groſſe BC eintauchet, ſondern auch darinnen aufgerichtet ſtehen bleibet. Damit der Bley-Hagel nicht heraus kan; wird die Röhre oben zugeſchmeltzet. Es wird auch oben in D ein gläſernes Oehre angeſchmeltzet, damit man das Inſtrument bequem aufhängen kan. Als ich dieſes Inſtrument in verſchiedene Materien brachte, die flüßig waren, hat es ſich in einer immer mehr eingetauchet, als in der anderen. Z. E. im Waſſer tauchte es ſich vielweniger ein, als im ſpiritu vini: im Saltz-Waſſer vielweniger als im ſüſſen Waſſer. Nun iſt der ſpiritus vini von leichterer Art als das Waſſer, und das Saltz-Waſſer von ſchweererer Art als das ſüſſe Waſſer, und demnach ſahe man auch aus dieſem Verſuche, daß ſich das Inſtrument mehr eintauchet in einer Materie von leichterer Art, hingegen weniger in einer Materie von ſchweererer Art, folgends daß man dadurch erforſchen könne, ob eine flüßige Materie ſchweerer und dichter ſey als eine andere, z. E. als Waſſer. Man kan es auch begreiffen, daß es ſo und nicht anders ſeyn müſſe. Wir wiſſen nemlich, daß ein Cörper ſich in einer flüßigen Materie ſo tief eintauchet, bis die Materie, die er aus ihrem Raume vertreibet, ſo viel als er wäget: denn auf ſolche Weiſe wird für ihre Schweere wieder ſo viel

Verſuche, ſo damit angeſtellet worden.

Erklärung derſelben.

§. 207. viel Schweere in die Stelle geſetzet und dadurch der wagerechte Stand im Waſſer erhalten, indem es in Anſehung der Schweere gleichviel iſt, als wenn man kein Waſſer aus ſeinem Raume vertrieben hätte. Es iſt wieder ſo viel hinkommen, als man weggenommen, und daher alles, was von der Schweere herrühret, in ſeinem vorigen Stande verblieben. Wenn eine Materie von einer ſchweereren Art ſo viel wäget, wie das Inſtrument, ſo nimmet ſie weniger Raum ein, als die von einer leichteren Art, die eben ſo viel wäget wie dieſes Inſtrument. Derowegen muß es ſich in einer Materie von leichterer Art tieffer eintauchen, als in einer von ſchweererer Art. Unerachtet man nun aber gleich vermittelſt deſſelben Inſtrumentes ausmachen kan, ob eine flüßige Materie ſchweerer und dichter iſt als eine andere; ſo kan man doch dadurch nicht ausmachen, wie viel eine ſchweerer und dichter iſt als die andere. Derowegen hat man noch auf andere Inſtrumente gedacht, dadurch man es genauer ausmachen kan.

Unvollkommenheit dieſes Aræometri.

Ein anderes Inſtrument die Schweere der flüßigen Materien abzumeſſen.

§. 208. Wenn ein Cörper, der leichter iſt als eine flüßige Materie, gantz eingetauchet wird; ſo wäget ſo viel von der flüßigen Materie, als mit ihm einerley Raum erfüllet, eben ſo viel als die Schweere deſſelben Cörpers und die Krafft, welche ihn einzutauchen erfordert wird, zuſammen genommen.

men.

§. 208.

men. Und auf dieſem Grunde beruhet das Aræometrum, welches der gelehrte Minorite, Ludwig Feuillée, auf ſeiner Reiſe nach America und Weſt-Indien, die er zur Aufnahme der Wiſſenſchafften auf Befehl des Königes in Franckreich A. 1707. bis 1712. vorgenommen, zu Unterſuchung hauptſächlich des See-Waſſers, als welches nicht überall gleich ſaltzig befunden wird, gebrauchet. Es beſtehet daſſelbe, wie das vorige, aus zwey gläſernen Kugeln, einer gröſſern AB und einer kleinern BC, die beyde offen ſind, wo ſie einander berühren. Sie werden etwas groß und von ſtarckem Glaſe gemacht, damit man auch einen geringen Unterſcheid leicht mercken, hingegen das Inſtrument nicht zerbrechen kan, wenn ihm nicht groſſe Gewalt wiederfähret. In die kleine Kugel BC wird Queckſilber gegoſſen, ſo viel nöthig iſt, das Inſtrument im Waſſer aufgerichtet zu erhalten. Die Röhre ED iſt kurtz und oben in D zugeſchmeltzet, damit das Queckſilber nicht verſchüttet wird, wenn man das Inſtrument auſſer dem Gebrauche hinleget. Man könnte ſie auch in Meßing einfaſſen laſſen, wenn man beſorgete, daß ſich etwan die Spitze abſtoſſen lieſſe: wiewohl man dabey acht zu geben hat, daß ſie dadurch nicht zu ſchweer wird und nach dieſem in leichten flüßigen Materien ſich zu tief eintauchet. Es kan aber dieſes leicht

See-Waſſer iſt nicht überall gleich ſaltzig.

Tab. XVII. Fig. 97. Beſchreibung des Inſtrumentes.

§. 208. leicht verhütet werden, wenn man nur die Kugel EB weit genung machet. An der Röhre ED wird in E ein Zeichen gemacht, damit man weiß, wie weit sich das Instrument im Wasser eintauchen muß: denn wenn man die Schweere verschiedener flüßigen Materien, die man dadurch gefunden, mit einander vergleichen und daraus die Verhältniß ihrer Schweere gegen einander bestimmen will; so muß es einmahl nicht weiter, noch weniger als das andere eingetauchet werden. Weil nun dieses Instrument so zugerichtet, daß es auch in der allerleichtesten flüßigen Materie, die man abzuwägen bekommet, durch seine eigene Schweere nicht gantz eingetauchet wird; so hat man Gewichte dazu nöthig, die es so weit hinein stossen, als nöthig ist. Zu dem Ende werden Gewichte von einem und mehreren Granen, auch drachmis und Unzen, nachdem man es in Ansehung der anzustellenden Versuche und nach Beschaffenheit des Instrumentes nöthig zu seyn erachtet, aus Meßinge wie eine runde Platte KL verfertiget, die mitten ein Loch hat, damit man es an die Röhre DE stecken und dadurch das Instrument beschweeren kan. Dieses Loch muß nicht weiter seyn, als daß es in der Röhre, die von unten herauf immer enger wird, über dem Wasser stecken bleibet und nicht weiter als bis etwan in F herunter fället,

Beschaffenheit der Gewichte.

fället, da das Instrument bis in E eingetauchet wird. Man kan auch diese Gewichte mit lauter Granen bezeichnen, damit man nicht erst die Untzen und drachmas zu Granen machen darf, wenn man die Schweere verschiedener Materien mit einander vergleichen will. Die Schweere des gantzen Gewichtes muß auch in Granen genau erforschet werden und, wenn man etwas von Meßinge daran hat, kan man es darauf stechen, daß man es besser behält. §. 208.

Der Gebrauch dieses Instrumentes ist aus dem zu ersehen, was wir bereits davon beygebracht haben. Gebrauch des Instrumentes.

Weil es sich in keiner flüßigen Materie genau eintauchet; so setzet man zwar anfangs dasselbe darein, damit man siehet, ob es noch weit darüber heraus gehet oder nicht, und man also viel oder wenig Gewichte noch nöthig hat, wenn man es völlig eintauchen will; nach diesem stecket man oben in die Röhre so viel Gewichte hinein, bis es sich so weit eintauchet, als nöthig ist Wenn man nun zu der Schweere des Instrumentes das Gewichte addiret, welches man noch dazu nehmen müssen, ehe es genung eingetauchet ward; so weiß man, wie viel ein Theil von der flüßigen Materie wäget, die eben so viel Raum einnimmet, als das Instrument. Da nun dasselbe jederzeit gleichviel eingetauchet wird, so zeigen die Versuche, welche mit verschiedenen flüßigen Ma-

§. 208. terien gemacht werden, das Gewichte dieſer Materien unter einerley Gröſſe und daher weiß man, wie die Schweere der einen ſich zu der Schweere der andern, folgends auch die Dichtigkeit der einen zu der Dichtigkeit der andern verhält. Feuillée hat mit dieſem Inſtrumente gefunden, daß das Waſſer gegen die Linie zu immer leichter, von der Linie gegen den Süder-Pol zu aber wiederum nach und nach immer ſchweerer wird. Nach ſeinem Inſtrumente war das Waſſer unter dem 36 Grade der nördlichen Breite 2 Untzen 3 dr. 58 Gr. und nahm ab bis zu dem erſten Grade derſelben Breite bis auf 2 Untzen 3 dr. 49 Gr. in dem andern Grade der ſüdlichen Breite war es ſchon wieder 2 Untzen 3 dr. 50 Gr. ob es gleich in dem fünfften Grade der nördlichen nur 2 Untzen 3 dr. 49 Gr. hielt, und nahm zu bis zu dem 37 ½ Grade der ſüdlichen Breite bis 2 Untzen 3 dr. 53 Gr. wie man es in den Leipziger Actis (a) in einer Tafel bey einander findet. Man ſiehet aber daſelbſt, daß die Schweere eben nicht in der Proportion ab- und zunimmet, wie die Breite ab- und zunimmet. Das Gewichte des guten Waſſers hat er niemahls höher als 2 Untzen 3 dr. 17 Gr. gefunden. In einigen Orten hat er auch das Waſſer in den Flüſſen,

Wie die Schweere des Waſſers zur See ab- und zunimmet gegen die Linie und Pole.

Schweere des Brunnen- und Regen-Waſſers.

(a) Acta Erudit. A. 1715. p. 189. 190.

§. 208.

sen, ingleichen das Regen-Wasser von derselben Schweere gefunden. Dergleichen Instrument ist sehr bequem, sonderlich auf Reisen, weil man es leicht bey sich führen kan, auch, da die Schweere des Instrumentes mit dazu gerechnet wird, wenn man das Gewichte des Wassers oder einer anderen flüßigen Materie wissen will, nicht viele Gewichte nöthig hat, die Gewichte über dieses selbst wegen ihrer bequemen Figur in einem engen Raume sich verwahren und daher leicht fortbringen lassen. Der Gebrauch des Instrumentes erfordert gleichfalls nicht viel Mühe und Geschicklichkeit, dergleichen bey andern nöthig, wo man eine Wage dabey brauchet.

Vortheile des Instrumentes.

§. 209. Dessen ungeachtet wollen wir gleichwohl noch eine andere Art von diesen Instrumenten beschreiben, welche der berühmte und geschickte Mechanicus in London Hauksbée erfunden, und von Herr Leupolden in Leipzig verfertiget wird. Zu diesem Instrumente gehöret anfangs eine Wage ABCD mit ihrem Gestelle. Der Wage-Balcken ist mit der Vorsichtigkeit verfertiget, wie oben (§. 117.) bey der Schnell-Wage, damit sie einen schnellen Ausschlag giebt, weil hier sonderlich daran gelegen ist, daß man auch, wenn die Wage beschweeret worden, dennoch den Unterscheid eines Granes bemercken kan. Das

Noch ein anderes Instrument.

Tab. XVII. Fig. 98.

Beschreibung der Wage.

§. 209. Zünglein CD gehet unter sich und spielet an einen Perpendicul CE, welcher oben frey an dem Gestelle hänget. Denn da er als ein schweerer Cörper, das Instrument mag stehen wie es will, jederzeit so hänget, daß die Linie, welche man mitten darauf gezogen hat, den Horizont perpendicular durchschneidet; so stehet (§. 64. Mech.) die Wage inne, wenn das Zünglein die Linie auf dem Perpendicul berühret. Weil aber das Zünglein einige Dicke hat, damit es nicht bald verbogen wird, und man daher nicht genau bemercken kan, ob es recht inne stehet oder nicht; so lässet man lieber unten an dem Ende der Linie auf dem Perpendicul einen kleinen Stifft machen, der auf ihm perpendicular stehet, und die Spitze des Zünglein daran spielen. Soll man den Ausschlag leicht mercken; so muß das Zünglein nicht gar zu kurtz seyn (§. 1.). In meinem Aræometro ist die Länge des Zünglein von dem Mittel-Puncte der Axe angerechnet, darum es sich mit dem Balcken beweget, 2 Zoll 2½ Linie: Die Länge des gantzen Wage-Balckens 6 Zoll und 3 Linien, und also über einen halben Rheinländischen Schuhe, den wir zum Behuff unserer Versuche in 10 Zolle eingetheilet (§. 2.). Der Fuß in dem Gestelle FG wird aus Holtze gedrechselt und so hoch gemacht, als man es bequem zu seyn erachtet, daß man unter die Wage das Glaß mit der flüßi-

Vorsichtigkeit bey dem Zünglein.

Beschreibung des Gestelles.

§. 209.

flüßigen Materie ſetzen kan, auch dieſes aufſtehet, indem ſich der Cörper gantz eintauchet, den man im Waſſer abwäget, und die Wage inne ſtehet. Jedoch weil man es nicht ſo jederzeit haben kan; ſo wird der obere Theil des Geſtelles HE von Eiſen gemacht, die Säule an dem Fuſſe FG hingegen ausgehöhlet, damit man ihn nach Belieben erhöhen und wieder erniedrigen kan. Zu dem Ende wird auch oben die Säule in G mit einer meßingenen Hülſe verſehen, daran in O eine Mutter gelöthet, wo vermittelſt der Stell-Schraube I der eiſerne Theil des Geſtelles HG befeſtiget wird, nachdem man ihn erhöhet. Es iſt wohl wahr, daß man mit der Hand das Gi ß erhöhen und erniedrigen kan: allein weil dadurch der untergetauchte Cörper bald zu weit heraus, bald tieffer hinein kommet, als ſichs gehöret, ſo wird dadurch die Wage in Bewegung geſetzet, und läſſet ſich die eigentliche Schweere, welche man bis auf einen Gran und darunter zu beſtimmen hat, nicht wohl bemercken. Die Wage-Schaalen MN ſind von den gewöhnlichen um des beſonderen Gebrauches willen unterſchieden, wie ſichs bald mit mehrerem zeigen wird. Sie ſind wie ein runder Teller mit einem erhabenen Rande aus Meßinge gemacht. Im Diameter halten ſie 1 Zoll und 6½ Linie. Mitten durch gehet ein Cy-

Beſchreibung der Wage-Schaalen.

§. 209.

linder PQ, daran der Teller feste gelöthet ist, der 1 Zoll 2½ Linie lang und etwas über eine Linie dicke ist. Oben in P und unten in Q ist ein Oehre, daran Hacken befestiget, mit deren einem man die Schaalen an die Wage hänget. An den unteren Hacken wird von der einen Seite der Cörper gehangen, der in der flüßigen Materie abgewogen werden soll; von der andern Seite ein Gewichte, welches mit ihm die Wage hält.

Beschreibung des Gewichtes, damit man die Schweere der flüßigen Materie abwäget.

Wenn man dieses Instrument gebrauchen will die Schweere und Dichtigkeit der flüssigen Materien auszumachen (als in welcher Absicht wir es hier anführen); so lässet man ein hohles Ey von dickem Glase R machen und füllet entweder etwas Bley-Schrott oder Queckſilber hinein, bis es so schweer wird, daß es in der schweereſten flüßigen Materie, damit man einen Versuch anzustellen gedencket, untersincket. Oben wird es mit Meßinge eingefasset, damit der Schrott oder das Queckſilber nicht heraus kommen kan. Die meßingene Hülse bekommet in S ein Oehre, darein man ein anders von Drathe machen kan, um den Cörper an den unteren Hacken der Wage-Schaale damit anzuhängen. Man kan dieses Ey etwas groß machen, so nimmet es einen grossen Raum in der flüßigen Materie ein und lässet sich die Schweere derſelben deſto genauer determiniren, weil

man

§. 209.

man in vielem nicht so leichte fehlen kan, als in wenigem. Jedoch da man nicht allzeit viel von einer flüßigen Materie haben kan; so lässet man sich noch kleinere Gläser machen und kleinere Gewichte, die mit ihnen in der Lufft inne stehen. Wenn man nun den gläsernen Cörper R mit dem Gewichte in T in wagerechten Stand gesetzet; so bringet man das Glaß mit der flüßigen Materie dazu, und setzet es dergestalt, daß der Cörper gantz darinnen eingetaucht wird, wenn die Wage inne stehet: zu welchem Ende man die Wage, wie vorhin angewiesen worden, erhöhet. Weil aber unmöglich ist, daß der gläserne Cörper R in der flüßigen Materie mit dem Gewichte T inne stehen kan, mit dem er in der Lufft die Wage hält, indem er einen Theil von seiner Schweere verlieret (§. 178.); so muß man auf die Wage-Schaale MN, daran der Cörper R hänget, so viel Gewichte legen, als er von seiner Schweere in der flüßigen Materie verlieret, wenn er sich gantz eintauchen und mit der Wage-Schaale von der anderen Seite inne stehen soll. Derowegen indem man die Wage-Schaale von dieser Seite mit Gewichten beschweeret, bis die Wage inne stehet, und der gläserne Cörper R gantz eingetauchet ist; so zeiget dieses Gewichte an, wie viel er von seiner Schweere in der flüßigen Materie verloh-

Gebrauch des Instrumentes.

§. 209.

ren, folgends wie schweer so viel von ihr ist, als eben den Raum einnimmet, den der Cörper erfüllet (§. 179.). Man siehet demnach, daß das Gewichte, welches man auf die Wage-Schaale leget um den gläsernen Cörper einzutauchen, die Schweere der flüßigen Materie andeutet, und die Anzahl der Grane bey verschiedenen flüßigen Materien die Verhältniß ihrer Schweere an die Hand giebet. Wenn man nicht allzeit einerley gläserne Cörper dazu brauchet; so muß man ihren Unterscheid durch Abwägen im Wasser suchen, denn ihre Grössen verhalten sich gegen einander wie die Gewichte, welche erfordert werden sie unter das Wasser zu tauchen. Weiß man einmahl die Verhältniß, welche die kleinen Gläser zu dem grossen haben und den Abgang eines von den kleinen in einer flüßigen Materie; so kan man auch durch die Regel detri (§. 113. Arithm.) bestimmen, wie viel das Grosse, wenn man es hätte brauchen können, von seiner Schweere würde verlohren haben. Und alsdenn kan man die Schweere aller flüßigen Materien, die man abgewogen, mit einander vergleichen. Man siehet übrigens ohne mein Erinnern, daß man den Abgang der Schweere eines jeden Cörpers, der schweerer ist als eine flüßige Materie, in ihr durch dieses Instrument finden

Was zu thun, wenn man mit dem grossen Gewichte nicht allzeit auskommen kan.

§. 209. Schweere verſchiedener Materien.

finden kan. Hauksbée (b) hat gefunden, daß, wenn das Waſſer 820 Gran wäget, der ſpiritus vini 703 ½, der Wein-Eßig 824 ½, das Vitriol-Oele 1510, der Spiritus Nitri 1166, Aqua Regis 987, Scheide-Waſſer oder Aquafort 1157, Aqua Regis von Scheide-Waſſer und Salmiack 1034 Gr. wäget. Ich habe zwar deutlich genung erwieſen, daß das Gewichte, damit die Wage-Schaale beſchweeret wird, bis der gläſerne Cörper ſich gantz eintauchet, eben ſo viel austräget, als er von ſeiner Schweere in der flüßigen Materie verlieret: damit man es doch aber auch ſehen möchte, habe ich es auf folgende Art gezeiget. Ich habe den Cörper, der 9 Loth 1 ½ Quintlein und 9 Gr. wug, an dem Aræometro mit ſo viel Gewichte in wagerechten Stand geſetzet und, als ich ihn ins Waſſer brachte, mit 2 Unzen 4 dr. und 45 Granen beſchweeren müſſen, ehe er ſich gantz eintauchte. Nach dieſem habe ich das Inſtrument bey Seite geſetzet und ein Glaß mit Waſſer auf eine andere Wage gebracht. So bald ich es mit gehörigem Gewichte in wagerechten Stand geſetzet hatte, habe ich den Cörper in das Waſſer gehangen und mit der Hand den Faden, daran er hing, gehalten: da denn das Waſſer einen Ausſchlag gab und um ſo viel mehr

Der Grund des Gebrauches wird durch einen Verſuch gezeiget.

(b) Phyſico-Mechanical Experiments p. m. 292.

§. 209. wug, als der Cörper von seiner Schweere darinnen verlohr (§. 180.). Als ich auf die andere Wage-Schaale 2 Untzen 4 dr. 45 Gr. legte, kam die Wage wieder in ihren vorigen Stand und stund das Zünglein inne. Und also hatte man bey dem Aræometro so viel Gewichte gebraucht den Cörper unter das Wasser zu tauchen, als er von seiner Schweere darinnen verlieret.

Noch ein anderes Aræometrum.

§. 210. Man kan auch zu der Wage in dem vorigen Aræometro solche Wage-Schaalen machen lassen, wie man bey anderen Wagen gebrauchet, und daher auch die Wage nicht allein andere Sachen, die kleine sind und deren Gewichte man genau zu bestimmen nöthig hat, abzuwägen, sondern auch zu dem Hombergischen Aræometro (c) gebrauchen. Absicht des Erfinders dabey. Homberg hat hauptsächlich darauf gesehen, wie er genau einmahl so viel von einer flüßigen Materie bekommen könnte, als wie das andere, welches mit einem Würffel, wie wir oben gehabt (§. 6.), nicht wohl angehet, indem in der Fläche, die etwas erhaben ist, leicht einmahl etliche Tropffen mehr seyn können als das andere. Beschreibung des Instrumentes. Man lässet demnach eine hohle Kugel von Glase AB machen, die unten in A platt ist, damit man sie aufsetzen kan und, Tab. XVII. Fig. 99. wenn

(c) Philosophical. Transactions Num. 262. p. 530.

§. 210.

wenn ſolches geſchiehet, ſie ſtehen bleibet: denn ſie muß auf der Wage aufſtehen und nicht umfallen, damit nichts von der flüßigen Materie, die darinnen iſt, heraus läufft, indem man ſie abwäget. In B iſt eine Röhre CB, ein oder ein paar Zoll lang. Sie muß ſehr enge ſeyn, damit ein einiger Tropffen Waſſer 5 bis 6 Linien hoch darinnen ſtehet; denn man will auch nicht einen Tropffen einmahl mehr als das andere haben. Oben in C wird ſie wie ein Trichter gemacht, damit die flüßige Materie ſich bequem in die enge Röhre hinein gieſſen läſſet. Weil es nicht möglich iſt, daß die Lufft und die flüßige Materie in einer ſo engen Röhre einander ausweichen können; ſo wird in G ein Haar-Röhrlein gemacht, welches oben in D offen iſt, damit die Lufft aus dem Gefäſſe heraus kan, wenn man das Waſſer hinein füllet. Von B bis in E wird die Höhe des Röhrleins D getragen und in E ein Zeichen gemacht, dabey man mercken kan, ob die flüßige Materie in der Röhre BC ſo hoch ſtehet als in D. Wenn man nun das Glaß gefüllet, bis die flüßige Materie in D ſtehet, und ſie erreichet in der Röhre BC den Punct E; ſo iſt das Glaß recht gefüllet. Stehet die flüßige Materie unter E, ſo muß man noch einen kleinen Tropffen hinein fallen laſſen, bis ſie bey demſelben Zeichen inne ſtehet. Findet man hingegen, daß

Gebrauch deſſelben.

§. 210. daß ſie bis über E gehet; ſo muß man (welches ſehr füglich mit einem Haar-Röhrlein geſchehen kan, als das man nur hinein ſtoſſen und zurücke ziehen darf) ſo viel wegnehmen, bis es bey dieſem Puncte ſtehet. Wenn das Glaß recht gefüllet, ſo darf man es nur auf der Wage genau abwägen und das Gewichte des leeren Glaſes, welches man vorher einmahl für allemahl erforſchet, davon abziehen; ſo weiß man, wie viel die flüßige Materie wäget, welche das Glaß erfüllet.

Schweere verſchiedener flüßiger Materien im Sommer und Winter nach Eiſenſchmieden.

§. 211. Ich habe zwar jetzt nicht Gelegenheit gehabt ſelbſt die Schweere einiger flüßigen Materien mit dem Aræometro zu unterſuchen: unterdeſſen weil dergleichen Verſuche in verſchiedenen Fällen ihren Nutzen haben können, ſo will ich hier vor dieſesmahl bloß anführen, wie Herr Eiſenſchmidt (d) die Schweere eines Cubic-Zolles nach dem Pariſer-Maaſſe einiger flüßigen Materien, ſo wohl im Sommer, als im Winter gefunden: daraus man erſehen wird, daß die flüßigen Materien nach Veränderung der Wärme nnd Kälte auch die Art der Schweere und ihre Dichtigkeit ändern. Damit man aber alles deſto beſſer mit einan-

(d) in Diſſertat. de ponderibus & menſuris veterum Romanorum, Græcorum & Hebræorum p. 174.

§. 211.

einander vergleichen kan; habe ich es in folgender Tabelle vorſtellen wollen.

Nahmen der flüßigen Materien	Schweere im Sommer	Schweere im Winter
Queckſilber	7. 1. 66	7. 2. 14
Vitriol-Oele	7. 59	7. 71
Vitriol-Spiritus	5. 33	5. 38
Spiritus Nitri	6. 24	6. 44
Spiritus Salis	5. 49	5. 55
Aquafort	6. 23	6. 35
Spiritus Sulphuris	5. 34	5. 39
Eßig	5. 15	5. 21
Diſtillirter Eßig	5. 11	5. 15
Champagner-Wein	4. 66	4 70
Burgunder-Wein	4. 67	4 75
Aquavit	4. 48	4. 57
Spiritus vini	4. 32	4 42
Weiß-Bier	5. 1	5. 9
Braun-Bier	5. 2	5. 7
Cidre, oder Obſt-Wein	5. 0	5. 6
Kuh-Milch	5. 20	5. 25
Ziegen-Milch	5. 24	5. 28
Eſels-Milch	5. 17	5. 21
Serum von Milch	5. 14	5. 19
Urin	5. 14	5. 19
Spiritus urinæ	5. 45	5. 53
Oleum Tartari	7. 27	7. 43

Baum-

§. 211.

Baum-Oele	4.	53	Beyde sind im Winter gefroren.		
Mandel-Oele	4.	52			
Terpentin-Oele	4.	39		4.	46
See-Wasser	6.	12		6.	18
Fluß-Wasser	5.	10		5.	13
Brunnen-Wasser	5.	11		5.	14
Distillirtes Wasser	5.	8		5.	11

Es ist zu mercken, daß bey dem Queckſilber die erste Zahl Untzen, die andere bey dem Queckſilber und die erste bey den übrigen Materien drachmas, die letzte aber Grane bedeutet, deren 72 eine drachmam ausmachen. Eisenschmidt, der in Straßburg gelebet, hat das Parisische Gewichte und dessen Eintheilung behalten. Es wird aber das Pfund zu Paris in zwey Marck, die Marck in 8 Untzen, die Untze in 8 Gros oder Drachmas, die Drachma in drey Deniers oder Scrupel, der Scrupel in 24 Gran und also das gantze Pfund in 576 Gran getheilet. Weil Herr D. Henckel (e) der vornehmsten und bekanntesten mineralischen Cörper natürliche Schweere bekannt gemacht, wie sie Herr D. Mender auf sein Ersuchen auf das genaueste durch sorgfältig wiederhohlte Versuche befunden; so

Beschaffenheit des Pariser-Gewichtes.

(e) Pyritologiæ oder Kieß-Historie c. 16. p. 987 & seqq.

§. 211.

so habe ich es nicht undienlich erachtet diesen flüßigen Materien noch folgende feste bey zu fügen:

Durchsichtiger Börnstein	1	Gegrabener Schwefel	556
Colophonium	2	Stein-Marck voll Wasser	559
Braun Laß-Pech	30	Krebs-Stein voll Wasser	559
Schwartz Schuster-Pech	43	Brauner Glimmer	568
Juden-Pech	111	Weiß Indianisch Porcellan	601
Bimstein voll Wasser	244	Gemachtes Wasserbley	611
Stein-Kohlen	274	Süsse Vitriol-Erde aus der Hißischen Minera Martis	616
Gummi Arabicum	296	Katzen-Silber	618
Aphronitrum	418	Frauen-Eiß	624
Harter Gyps voll Wasser	430	Ziegelstein voll Wasser	630
Rother Weinstein voll Wasser	438	Weisser Meißnischer Porcellan	630
Roh-Schwefel	533	Rother Japanischer Porcellan voll Wasser	635
Geläuterter Schwefel	545	Crystall-Glaß aus geronn-	
Gegrabener Opal	546		
Geschmoltzener Schwefel	556		

tem

§. 211.

tem Kieſel und gleichviel Salpeter 642
Steine aus dem Carls-Bad-Prudel 642
Kreide voll Waſſer 648
Weiß Böhmiſch Glaß 658
Vielfarbiges Glantz-Glaß 661
Rothe Coralen 668
Gemein blaues Glaß 669
Rother Bolus voll Waſſer 674
Grün-Glaß mit ⅛ Grünſpan 676
Amianthus 677
Alabaſter 678
Dreßniſches Cryſtall-Glaß 679
Donnerſtein voll Waſſer 680
Hornſtein 680
Terpentinſtein 681
Corallenſtein 681
Luchsſtein 684
Stein vom Weinberg aus Malaga 685
Ammons-Horn 685
Ungariſche marmoriſche Diamanten 687
Drüſigter Berg-Cryſtall 689
Rubin-Glaß 690
Chalcedon 691
Weiſſer Marmor 692
Martialiſirtes Eichen-Holtz 693
Achat 695
Quatz 695
Elb-Kieſelſtein 696
Cöllniſche Kreide 697
Rother Jaſpis 698
Pietra di Venturino 699
Perl-Mutter 699
Schiefferſtein 705
Schweffel-Schlacken 705
Schwartzer weicher Schleiffſtein 707

Rother

§. 211.

Rother Marmor	709	Gegraben	
Blaue Eisen-Schlacken	709	Wasserbley	827
Kalckstein	713	Lapis de tribus	828
Adlerstein	716	Gelber Arsenic	833
Quartz, darinn gediehen Gold	718	Magnestein voll Wasser	834
Weicher Röthel voll Wasser	722	Kleine Granaten	837
Violenstein	726	Weisser Arsenic	838
Alumen plumosum	727	Kieß vom Kröner	841
Granaten-Ertz bey Pirna	738	Gelber Kieß von Lorentz Gegend herum	843
Scheermesser-Schleiffstein weich und weiß	759	Geringer Ofenbruch	844
Rauschgelb	771	Blende	848
Chrysocolla	781	Kupffer-Ertz von Temeswar	849
Hochrothes Rauschgelb	784	Bleyweiß voll Wasser	854
Dunckles Rauschgelb	785	Ungarisches Kupffer-Ertz	858
Ofenbruch zum Meßing	796	Gemein Antimonium	858
Operment	807	Kupffer-Ertz bey Rudolstadt	861
Hammerschlag	813	Gelber Kieß von Neustadt	863
Geschmoltzene luna corn.	821		

§. 211.

Grosse Granaten	863	Preschendorffer-Kieß	905
Minera Antimonii	863	Gemachter Fliegenstein voll Wasser	906
Eisenstein von Kühnheyde	864	Gelbiger Kieß von Joh. Georgenstadt	907
Gelbiger Kieß vom Hartz	865	Gelbiger Kieß aus Schweden	908
Blendiger Ofenbruch	870	Heßische Minera Martis	912
Zwitterich Wasserstein	871	Vitrum antimonii per se gemacht	915
Kieß-Kugel vom Andreasberg	873	Gelber Kieß von der Ehrnen Schlange	916
Weiser Spaht vom Seegen GOttes	883	Gelbiger Kieß vom Zug	917
Töplizer-Kieß	884	Derber Kieß aus Temeswar	919
Kieß vom Geyer	891	Ungarisch Queckſilber-Ertz voll Wasser	924
Kieß von Temaswar voll Wasser	892	Weiser Kieß vom Himmelsfahrt und Günther	940
Schnecken-Kobold von Schneeberg	895		
Böhmisch Granaten-Ertz	897		
Blutstein, Glaß-Kopff	900		

Bley-

§. 211.

Bleyglaß	945	Regulus antimonii cum duplo Veneris	993
Zinnober mit Silberfeil figirt	955	Schnecken-Kobold	993
Gegrabener Fliegenstein	956	Grober Bley-Glantz	997
Blaufarben Kobold vom Seegen GOttes	959	Fein Zinn	997
Weiser Kieß vom Kühschacht	962	Grober Berg-Zinnober	999
Durchsichtig roth gülden Ertz	966	Legirt Zinn	1001
Glaß-Ertz	975	Kupffer-Nickel	1002
Wißmuth	976	Berg-Zinnober in granis	1003
Regulus antimonii ſtellatus	978	Speiſe von Bley-Arbeit	1003
Offt gereinigter Regulus antimonii cum duplo Martis	980	Drüſigter Bley-Glantz	1004
Zinn-Graupen	989	Würflichter Bley-Glantz	1005
Klarer Bley-Glantz	990	Gemachter Zinnober	1006
Kobold bey Rudolſtadt	991	Eiſen	1007
Zinck	993	Silberglette	1009
		Speiſe aus 4 Theil Zinck und ein Theil Kupffer	1013
		Meßing	1022
		Geſchmeidig	

§. 212.

Printz-Metall aus Kupffer und Ofenbruch	1022	Wißmuth	1029
		Silber	1046
		Villacher-Bley	1058
Sechslöthig Silber	1026	Queckſilber	1073
Kupffer	1028	Gold	1098

Das 9. Capitel.

Von Bewegung flüßiger Materien durch einander vermöge ihrer Schweere.

§. 212.

Spiritus vini ſteiget durch das Waſſer in die Höhe Tab. XVII. Fig. 100. Erſter Verſuch.

Ich habe eine Gläſerne Röhre AB, die nicht viel über einen Schuh lang und im lichten kaum 2 Linien war, mit Waſſer gefüllet, welches ich vorher mit Saffran gelbe gefärbet. Das eine Ende A habe ich mit Wachs verſtopfft, damit keine Lufft hinein konnte. Man kan auch eine Röhre nehmen, die oben in A zugeſchmeltzet iſt. Das andere Ende der Röhre B, welches offen war, habe ich in ein Gläſelein ED mit ſpiritu vini geſtecket. Kaum war es hinein kommen, als das Waſſer durch den ſpiritum vini wie kleine Faden nieder ſtieg, und hingegen der ſpiritus vini wie dünne Fädelein ſich durch das Waſſer

§. 212.

Wasser in der Röhre in die Höhe zog und in dem obersten Theile bey A setzte, dergestalt daß das Wasser in der Röhre immer abnahm, bis endlich alles unten im Glase auf dem Boden zu sehen war und der spiritus vini die gantze Röhre erfüllet. Es zogen sich aber die Faden nicht in einer geraden Linie in die Höhe, noch auch die anderen herunter, sondern gingen vielmehr Schlangenweise hin und wieder gekrümmet, absonderlich wenn die von dem spiritu vini bald den oberen Theil der Röhre, oder den bereits darinnen enthaltenen spiritum vini, die aber von Wasser den Boden des Glases oder das daselbst befindliche Wasser erreichten. Ich nahm nach diesem an stat der Röhre ein Gläselein ACD mit einem engen Halse, dergleichen man zu Tropffen zu gebrauchen pfleget, und zwar von derjenigen Art, die einen etwas langen Hals haben. Als ich es mit dem vorigen Wasser erfüllete und die Eröffnung C in den spiritum vini eintauchte, stieg noch wie vorhin der spiritus vini in Gestalt kleiner Fädlein durch das Wasser in die Höhe und nahm daselbst den oberen Theil bey A ein; hingegen das Wasser zog sich durch den spiritum vini Fadenweise herunter. Allein als ich ein Glaß mit einem Halse nahm, der einen Zoll lang und im Lichten etwas unter 4 Linien weit war; fiel das Wasser geschwinde auf einmahl her-

Besondere Umstände davon.

Tab. XVII. Fig. 101.

§. 212. unter und der ſpiritus vini hingegen ſtieg in die Höhe. Jedoch vermiſchte ſich das Waſſer mit dem ſpiritu vini und machte ihn trübe, und der ſpiritus vini, welcher in das Glaß geſtiegen war, war auch nicht recht klar und helle. Weil das Waſſer hier bloß angeſehen wird als ein Cörper von ſchweerer Art als der ſpirirus vini und hingegen der ſpiritus vini als ein Cörper von leichter Art als das Waſſer, beyde aber als flüßige Materien betrachtet werden; ſo ſiehet ein jeder leicht vorher, daß es auch mit anderen flüßigen Materien angehen müſſe, wenn mann nur die leichtere in das untere Gefäſſe, hingegen die ſchweerere in das obere mit dem engen Hälslein oder eine enge Röhre bringet.

Anmerckung.

Waſſer ſteiget in die Stelle des Queckſilbers in die Höhe.

§. 213. Ich habe zu dem Ende das Gefäßlein mit Waſſer, hingegen das Gläßlein mit dem engen Halſe mit Queckſilber gefüllet. Als ich dieſes umgekehret und mit der Eröffnung ins Waſſer gebracht; ſo iſt das Queckſilber herunter in das Glfäßlein gefallen und zu gleicher Zeit das Waſſer neben ihm in die Höhe geſtiegen. Ich habe auch die Torricellianiſche Röhre (§. 90.). ins Waſſer gebracht, da gleichfals das Queckſilber herunter gefallen und zu gleicher Zeit das Waſſer neben ihm in die Höhe geſtiegen. Und unerachtet das Queckſilber nicht die gantze Röhre erfüllete (§. cit.), ſo ging doch

Warum das Waſſer höher

doch das Wasser bis oben hinan: nenlich das Queckſilber wird durch den Druck der Lufft in der Torricellianiſchen Röhre erhalten, über ihm iſt der Theil der Röhre von Lufft leer (§. 91.). Das Waſſer, welches hinein ſteiget, wird gleichfals durch den Druck der Lufft in der Röhre erhalten. Da nun die Lufft das Waſſer über 31 Schuh hoch erhalten kan (§. 89.), die Röhre aber kaum drey Schuhe hoch iſt, oder nicht viel darüber; ſo muß ſie das Waſſer freylich ſo hoch drucken, als Raum in der Röhre leer iſt. Wenn der obere Theil der Röhre nicht gantz leer iſt, ſondern noch etwas Lufft darinnen geblieben; ſo bleibet nach dieſem, da das Waſſer hineiu kommet, auch etwas Raum über dem Waſſer leer. Und demnach dienet der gegenwärtige Verſuch dazu, daß man dadurch erkennen kan, ob auf eine gewiſſe Art, die man gebrauchet, die Torricellianiſche Röhre ſich genau füllen läſſet, oder nicht. Denn wenn viel Lufft übrig bleibet, ſo tauget entweder die Art zu füllen nicht, oder wir haben noch keinin Handgriff inne: bleibet aber oben keine Lufft übrig, oder etwas weniges, die nach dieſem, wenn ſie ſich in dem Raume über dem Queckſilber ausgebreitet, in Anſehung des Wiederſtandes, den ſie der Bewegung des Queckſilbers thut, welches bey veränderter Schweere der Lufft auf und

§. 213 ſteiget, als das Queckſilber geſtanden

Nutzen des Verſuches in Probirung der Torricelliani-ſchen Röhre.

§. 213

nieder steiget, für nichts zu achten; so ist die Art und Weise, wie wir die Torricellianische Röhre gefüllet, gut und wir haben die rechte Handgriffe sie zu füllen. Man kan demnach, wenn man seiner Handgriffe versichert ist, auch hierdurch ausmachen, welche von verschiedenen Arten die Torricellianische Röhre zu füllen die beste sey. Man kan auch die gantze Röhre mit Queckſilber erfüllen, auf die untere Eröffnung den Finger legen, damit nichts davon heraus kan und sie nach diesem in einem Gefässe, da man mit der Hand bequem hinein kommen kan, unter das Wasser bringen, wenn man bloß sehen will, wie Wasser und Queckſilber einander ausweichen und jenes in die Röhre hinauf, dieses hingegen herunter steiget. Hat man die Torricellianische Röhre schon in einem Gefäßlein mit Queckſilber stehen, so wäre höchst beschweerlich sie erst heraus zu nehmen und ins Wasser zu setzen, indem man nicht wohl unter dem Queckſilber die Eröffnung der Röhre mit dem Finger verstopffen kan, daß gar keine Lufft hinein kommet. Derowegen ists hier rathsammer, daß man sie im Queckſilber stehen lässet und nur Wasser auf das Queckſilber geust; so darf man die Röhre nur etwas erhöhen, bis die unterste Eröffnung, die im Queckſilber stehet, ins Wasser kommet.

Welche Art die Torricellianische Röhre zu fullen die beste.

Handgriffe im Versuche.

§. 214

§. 214. Süſſes Waſſer ſteiget im Saltz-Waſſer ohne Vermiſchung in die Höhe.

§. 214. Ich habe Waſſer ſtarck geſaltzen, bis es kein Saltz mehr angenommen, und eine Weile ſtehen laſſen, bis es ſich geſetzet und gantz klar worden. Das klare Waſſer habe ich abgegoſſen und in ein Gläßlein mit einem engen Halſe gefüllet. In ein anderes offenes Glaß habe ich ſüſſes oder ungeſaltzenes Waſſer gegoſſen. Als ich die Eröffnung des Glaſes mit dem Saltz-Waſſer in das ſüſſe Waſſer geſetzet, ſo iſt das ſüſſe Waſſer durch das Saltz-Waſſer in die Höhe geſtiegen und hingegen das Saltz-Waſſer durch das ſüſſe in dem Gefäſſe zu Boden gegangen, ohne daß ſich eines mit dem andern vermiſchet. Eben dieſes iſt ſo erfolget, wenn ich die vorhin gedachte Röhre mit Saltz-Waſſer erfüllet und das offene Ende in das ſüſſe Waſſer geſetzet.

Warmes Waſſer ſteiget durch das kalte in die Höhe.

§. 215. Nach dieſem habe ich ſiedendes Waſſer auf ein wenig Saffran in einer Thee-Taſſe gegoſſen, damit es ſich gelb färbete; hingegen das Gläßelein mit dem engen Halſe habe ich mit kaltem Waſſer erfüllet. Als ich die Eröffnuug deſſelben in das warme Waſſer geſetzet; ſo iſt gleich, wie vorhin der ſpiritus vini (§. 212.), das warme Waſſer durch das kalte ohne Vermiſchung in die Höhe geſtiegen und hat den oberen Theil des Glaſes eingenommen, hingegen das kalte Waſſer hat ſich gleichfals Fa-

§. 219. denweise durch das warme nieder gezogen und ist zu Boden gegangen. Es ist aber wohl zumercken, daß die Faden des leichteren sich bloß anfangen bey der Eröffnung des Glases, wo die leichtere Materie die schweerere berühret, und hinwiederum die Faden der schweeren unter der Eröffnung des Glases, wo die leichtere hinein kommet. Dieses hat man augenscheinlich bey allen Materien wahrnehmen können, womit der Versuch angestellet worden. Nirgends aber hat man gesehen, daß sich Fäden von der leichteren in die Höhe und daneben andere von der schweeren nieder zögen.

Besonderer Umstand.

Wein steiget durch das Wasser ohne Vermischung.

§. 216. Endlich habe ich auch in ein Wein-Glaß Wtin gegossen und das Gläßlein mit Wasser erfüllet. Als ich die Eröffnung desselben in den Wein gebracht, ist so fort der Wein durch das Wasser in die Höhe gestiegen und hat den oberen Raum des Gläßleins eingenommen, hingegen das Wasser ist durch den Wein nieder gestiegen und hat sich unten im Weinglase gesetzet. Mit mehreren Materien habe ich es vor dieses mahl nicht nöthig erachtet zu untersuchen.

Besonderer Umstand von diesen Versuchen.

§. 217. Weil ich aber verspüret, daß, wenn die Eröffnung des Gläßleins zu weit war, die schweere Materie zu schnelle herunter gefallen und sich mit der leichteren vermischet, wie ich auch vorhin (§. 212.), schon

ins

ins beſondere von dem ſpiritu vini angemercket; ſo habe genauer unterſuchet, ob nicht nach dem Unterſcheide der Schweere die Eröffnung der Röhre oder des Gefäßleins, darinnen die ſchweere Materie iſt, unterſchieden ſeyn muß. Ich habe demnach ein ſehr ſubtieles Haar-Röhrlein genommen, darein ein Pferde-Haar zu bringen unmöglich war und mit gefärbtem Waſſer gefüllet. Als ich die untere Eröfnung in den ſpiritum vini brachte; ſo hat man nicht die geringſte Veränderung geſpüret: das Waſſer iſt in der Röhre ohne einige Veränderung ſtehen blieben und von dem ſpiritu vini nichts in das Röhrlein kommen. Nach dieſem habe ich ein Haar-Röhrlein genommen, welches etwas weiter war, ſo daß ich mit zwey Pferde-Haaren gemächlich hinein kommen konnte, mit dem dritten aber nicht wohl. Dieſes habe ich gleichfals mit gefärbtem Waſſer gefüllet. Wir werden unten ſehen, daß das Waſſer vor ſich hinein ſteiget, wenn man das eine Ende hinein hält. So bald ich das untere Ende in ſpiritum vini brachte, fieng er ſich an Fadenweiſe durch das Waſſer in die Höhe, und dieſes hinwiederum durch den ſpiritum vini in die Tieffe zu ziehen. Die Fädlein waren ſo ſubtil, als wie die ſubtileſten in einem Spinnen-Gewebe. Hingegen wurden §. 217.

ſie

§. 217. sie immer stärcker, je grösser die Eröffnung ward, bis endlich alles mit einander auf einmahl herunter fiel und Wasser und spiritus vini sich mit einander vermischten. Wenn ich das Ende eines solchen Röhrleins in Queckſilber steckte; so stieg zwar keines vor sich hinein, es ließ sich doch aber so weit mit dem Munde hinein ziehen, als man nur verlangete und zwar ohne einige Mühe. Wenn gleich das Röhrlein von beyden Seiten offen war, fiel doch nichts in der Lufft heraus. Als ich das eine Ende ins Wasser setzte, blieb das Queckſilber gleichfals unbeweglich stehen und stieg kein Wasser in das Röhrlein. Ja ich habe Röhren genommen, die etwas über eine Linie im Lichten waren und mit Queckſilber gefüllet; aber das Queckſilber ist im Wasser nicht herunter gefallen und hat ihm keinen Raum gemacht hinauf zu steigen. Auch mercke ich beyläuffig an, daß, unerachtet das Queckſilber sich ohne Mühe in ein Haar-Röhrlein ziehen lässet, man es doch nicht mit grosser Mühe wieder heraus blasen kan.

Ursache von der bisherigen Bewegung der flüßigen.

§. 218. Weil in dem oberen Gefässe allzeit die schweere, in dem unteren aber die leichtere seyn muß; man aber weiß, daß das schweere im leichteren nieder steiget (§. 193.), das leichtere hingegen in dem schweereren in die Höhe gehet (§. 195.); so erkennet man schon

§. 218. Materien.

ſchon hieraus, ob zwar noch nicht recht deutlich, daß die Schweere die Urſache dieſer Bewegung ſey. Damit man aber daran zu zweiffeln keine Urſache haben möchte; ſo habe ich folgenden Verſuch angeſtellet, der die Sache völlig entſcheiden kan. Ich habe eine Röhre ABCDEFG, welche dergeſtalt gebogen war, daß die krummen Züge CB, CD, DE, EF mit einander parallel gingen, AB und FG aber auf ihnen perpendicular ſtunden, mit Waſſer gefüllet, welches auf eine beſondere Weiſe gantz ſtarck blau war gefärbet worden. Ich hatte nemlich auf Späne von Braſilien-Holtze Waſſer gegoſſen und ſich bekander maſſen roth färben laſſen. Nach dieſem habe ich etwas von demjenigen Waſſer hinein gegoſſen, darinnen durch Hülffe des Vitriol-Oeles Feil-Staub von Eiſen aufgelöſet worden war: ſo hatte das rothe Waſſer nicht allein eine ſehr dunckele blaue Farbe angenommen, ſondern war auch viel ſchweerer als das gemeine Waſſer worden. Daher es geſchahe, daß, wenn ich von dieſem Waſſer etwas in denen vorhin erzehlten Verſuchen an ſtat des mit Saffran gefärbeten Waſſers gebrauchte, ſich in der Bewegung einiger Unterſcheid zeigete. Dgnn aus der Röhre kamen viel ſtärckere oder dickere Faden, die ſich durch den ſpiritum vini im Gefäßlein zu Boden zogen und aus dem

Tab. XVII. Fig. 102. Beſonderer Verſuch dazu. Beſonderer Umſtand.

§. 218. dem Gläßlein mit dem engen Halse fiel dieses Wasset gar auf einmahl herunter und machte den spiritum vini trübe, welches das mit Safran gefärbete nicht that (§. 212.). Und eben deswegen errinnere ich mit Fleiß, daß ich solches Wasser gebraucht, weil es einigen Unterscheid machet. Als ich die Röhre gefüllet hatte, habe ich das eine Ende G in spiritum vini gesetzet, welcher anfangs auf gewöhnliche Weise in der Röhre GF bis in F in die Höhe gestiegen, weiter aber nicht gehen wollen. Der Theil EF ist *horizontal*: kein leichter Cörper aber beweget sich in einer flüßigen Materie horizontal, sonst müste eine Blase, wenn man sie unter das Wasser gedrucket, nach der Seite bis an das Gefässe angetrieben werden, dergleichen doch nicht erfolget. So bald ich die Röhre beugete, daß die Puncte E und C in die Höhe kamen, hingegen B, D und F niedrig stunden; so stieg das Wasser aus der Röhre FE in FG nieder und hingegen der spiritus vini aus dem Theile FG in FE in die Höhe, jedoch nicht weiter als bis in E, denn sonst hätte der spiritus vini durch ED nieder und das Wasser darinnen in die Höhe steigen müssen: welches beydes der Natur der Schweere zu wieder ist. Ich wendete nach diesem die Röhre, und legte sie dergestalt, daß die Puncte F, D und B höher stunden als die anderen E und C. Alsdenn

stieg

§. 218.

ſtieg der ſpiritus vini in ED in die Höhe und hingegen das Waſſer aus DE nieder. Wäre die unterſchiedene Schweere der flüßigen Materien nicht Schuld an dieſer Bewegung, ſo würde der ſpiritus vini ſich in einem fort beweget haben, bis er in die Röhre BA kommen wäre, die gantze Röhre ABCDEFG möchte gelegen haben, wie ſie gewolt. Da nun aber der ſpiritus vini niemahls ſich beweget, als wenn die Röhre ſo gelegen, daß er in die Höhe ſteigen können, auch das Waſſer ſtets ruhen geblieben, als bis es nieder ſteigen können, ſo erhellet zur Gnüge, daß nichts als die Schweere die Urſache von dieſer Bewegung ſey.

Wie die Bewegung eigentlich erfolget.

§. 219. Weil das Queckſilber in der Röhre ſtehen bleibet und dem Waſſer keinen Platz machet hinauf zu ſteigen, daraus gleichwohl das Waſſer weichet und dem ſpiritu vini hinauf zu ſteigen Raum machet; ſo läſſet ſich daraus abnehmen, daß, unerachtet die Schweere die Urſache der Bewegung iſt (§. 218.), jedoch über dieſes noch eine andere Urſache erfordert werde, daß die Bewegung ihren Anfang nehmen kan; dieſe Urſache aber darinnen beſtehet, daß eine flüßige Materie ſich leichter theilen läſſet als die andere. Und wenn wir hierauf mit ſehen, ſo können wir die eigentliche Beſchaffenheit dieſer Bewegung in völliger Deutlichkeit begrieffen. Die

flüßige

§. 219. flüßige Materie, welche in dem Gläßlein mit dem engen Halſe ADC oder auch nur einer engen Mündung iſt, drucket auf die flüßige Materie nicht mehr als diejenige, welche eine Röhre AC erfüllet, ſo im Lichten ſo weit iſt als der Halß des Gläßleins, mit ihm aber einerley Höhe hat (§. 56.). Und demnach iſt es gleichviel, ob wir zu dem Verſuche eine Röhre haben, oder ein Gefäſſe, das oben weit iſt. Der Beweiß iſt auch in einem Falle, wie in dem andern. Derowegen wollen wir ihn bloß auf die Röhre einrichten. Gleichergeſtalt da es gleichviel iſt, was für Materie die Röhre AB und das Gefäßlein ED erfüllen, wenn nur die in der Röhre von ſchwererer Art iſt als die untere im Gefäßlein, beyde aber ſich leicht theilen laſſen und zwar in kleine Tröpfflein, als in gegenwärtigem Falle nöthig iſt, ſo wollen wir gleichfalls Deutlichkeit halber den Beweiß auf das Waſſer und den ſpiritum vini einrichten. Findet ſich nach dieſem bey anderen Materien einiger Unterſcheid; ſo ſoll er beſonders bemercket werden. Anfangs iſt gewiß, daß das Waſſer aus der Röhre AB nicht gantz herunter fallen und ſich mit dem ſpiritu vini im Gefäßlein ED vermengen kan, weil die Lufft rings herum auf den ſpiritum vini mehr drucket, als die vom Waſſer unter der Röhre in B gedrucket wird (§. 89.).

Tab. XVII. Fig. 101.

Tab. XVII. Fig. 100.

(§. 89.). Derowegen da der ſpiritus vini §. 219.
nicht nachgeben kan; ſo kan auch das Waſſer
nicht auf einmahl niederfallen. Es ſcheinet Es wird
zwar dieſes dem zuwieder zu ſeyn, was wir einem
oben (§. 212.) von den Gläſern und Röhren Zweiffel
mit weiten Eröffnungen angemercket. Allein begegnet.
es iſt in der That nur ein Schein und weiter
nichts, der bald verſchwindet, wenn man ge-
nauer darauf acht hat. Denn wo die Eröff-
nung weit iſt, da kan viel Waſſer und ſpi-
ritus vini auf einmahl einander ausweichen:
und daher haben wir auch geſehen, daß zu
gleicher Zeit der ſpiritus vini in die Röhre o-
der das Glaß und das Waſſer daraus herun-
ter in das Gefäſſe kommen. Demnach bleibet
in allen Fällen die gantze Materie in der Röh-
re AB ohne Bewegung, und haben wir auch
hierbey nicht weiter auf den Druck der Lufft
zu ſehen, als in ſo weit dadurch das Waſſer
in der Röhre AB, ingleichen der ſpiritus vini,
der an deſſen Stelle hinauf ſteiget, erhalten
wird, die ſonſt durch ihre Schweere daraus
herunter fallen würde. Weil das Waſſer Wie ſich
ſich leicht in runde Tröpfflein durch ſeine ei- das Waſ-
gene Schweere theilen läſſet; ſo haben wir ſer theilet.
uns die Sache nicht anders vorzuſtellen, als
wenn kleine Kügelein, die ſchweerer wären
als der ſpiritus vini, auf deſſen Fläche ge-
leget würden, ſo bald man die Eröffnung der
Röhre B darein bringet. Eine Kugel, die
ſchweerer iſt als der ſpiritus vini, ſincket im

§. 219. ſpiritu vini nieder (§. 193.), und demnach muß auch dieſes Tröpfflein Waſſer in ihm nieder gehen. Weil nun ein Tröpfflein dem andern beſtändig und zwar ſehr ſchnelle folget; ſo ſiehet es nicht anders aus, als wenn ſie an einander hingen und einen Faden machten. Es kan auch ſeyn, daß in einigen flüßigen Materien die kleinen Tröpfflein einiger maſſen zuſammen hangen: allein dieſes träget zu gegenwärtiger Bewegung nichts bey, als daß ein jedes Theil durch ſeine eigene Schweere nieder fället, und nicht nöthig hat, daß es von dem andern nieder gezogen werde. Indem das Tröpfflein Waſſer nieder fället, muß ihm ein anderes von dem ſpiritu vini weichen: da es nun nirgends einen Raum findet, wohin es weichen kan, als denjenigen, der von dem Waſſer verlaſſen wird, ſo wird eben dadurch, daß das Tröpfflein Waſſer fället, ein anderes von dem ſpiritu vini in ſeine Stelle geſtoſſen. Und demnach haben wir dieſes Tröpfflein von dem ſpiritu vini nicht anders anzuſehen, als ein kleines Kügelein, welches unten im Waſſer lieget und leichter iſt als das Waſſer. Da nun dergleichen Kügelein im Waſſer in die Höhe ſteigen, ſo lange ſie können (§. 195.); ſo muß auch dieſes Tröpflein ſpiritus vini in dem Waſſer durch die gantze Röhre AB in die Höhe ſteigen, wenn ſie gantz mit Waſſer angefüllet, oder bis zu dem ſpiritu vini, wenn ſchon einiger in dem oberen

Warum es ſich Faden-weiſe herunter ziehet.

Wie der ſpiritus vini in die Höhe getrieben wird.

§. 219.

oberen Theile der Röhre AB vorhanden, weil alsdenn unmöglich iſt, daß ein Tröpfflein ſpiritus vini im ſpiritu vini in die Höhe ſteigen kan, indem es nicht anders anzuſehen iſt als ein Küglein, welches einerley Schweere mit der flüßigen Materie hat und daher darinnen verbleibet, wo man es hinſtellet. Da nun aber gleichfalls ein Tröpfflein von dem ſpiritu vini dem andern beſtändig und zwar ſehr ſchnelle folget; ſo hat es abermahl das Anſehen, als wenn ſie alle an einander hingen und einen Faden ausmachten. Daß der Faden dicker geweſen, wenn entweder Waſſer von ſchweererer Art in der Röhre geweſen (§. 218.), oder auch die Röhre eine weitere Eröffnung gehabt (§. 212.); kan nirgends anders herkommen, als daß die Tröpfflein, welche ſich nach und nach abgeſondert, gröſſer geweſen. Man begreiffet aber leicht, daß, weil das Waſſer und der ſpiritus vini, oder was es ſonſt für flüßige Materie ſind, in der Mündung der Röhre oder des Gläßleins einander ausweichen müſſen, gröſſere Tropffen einander ausweichen können, wenn die Mündung weit, als wenn ſie enge iſt: ingleichen, daß da die Tropffen ſich durch ihre eigene Schweere abſondern, gröſſere auf einmahl ſich abſondern können, wenn die Materie von ſchweererer Art iſt, als wenn ſie von leichterer erfunden wird.

Warum der Faden nicht immer gleich dicke ausfliehet.

§. 220. Einige flüßige Materien lassen sich leichter theilen als andere.

§. 220. Die Lufft ist von leichterer Art nicht allein als Wasser (§. 86.), sondern auch alle übrige flüßige Materien, die wir um uns haben können (§. 211.). Unterdessen siehet man doch nicht, daß sie wie subtile Fädlein sich durch die flüßigen Materien durchziehet, wenn man eine enge Röhre oder ein Gläßlein mit einer engen Eröffnung, so damit erfüllet, umgekehrt (§. 102.). Man siehet demnach, daß die Lufft sich nicht so subtil zertheilet, wie andere flüßige Materien, die gar viel schweerer sind als sie. Wiederum da das Queckſilber in einer Röhre stehen bleibet und dem Wasser keinen Raum neben sich hinauf zu steigen vergönnet, wo doch das Wasser dem ſpiritu vini ausweichet (§. 217.); so muß sich auch das Wasser leichter theilen lassen als das Queckſilber.

Flüßige Materien lassen sich sehr subtile theilen.

§. 221. Unterdessen siehet man, daß die flüßigen Materien sich sehr subtile theilen lassen. Denn da wir gesehen haben, daß, da in einem Haar-Röhrlein Wasser und ſpiritus vini einander ausgewichen, die flüßigen Materien wie Fädlein von einer Spinnwebe sich durchgezogen (§. 217.); so erkennet man daraus, daß der ſpiritus vini und das Wasser in kleine Kügelein getheilet worden, die nicht grösser als der Diameter eines Fadens in einer Spinnwebe gewesen (§. 219.). Und würde man ein solches kleines Kügelein mit blossen Augen schweerlich haben sehen können,

wenn

§. 222.

wenn ihrer nicht so viele zugleich in einem fort auf einander gefolget wären.

§. 222. Es zeigen auch gegenwärtige Versuche, daß das Saltz sich über die massen klein zertheilen müsse, indem es im Wasser aufgelöset wird. Dann weil das süsse Wasser sich Faden-weise durch das Saltz-Wasser und das Saltz-Wasser Faden-weise durch das süsse Wasser ziehet (§. 214.); so muß auch das Saltz-Wasser sich so kleine wie das süsse zertheilen lassen, nemlich in kleine Küglein, die im Diameter nicht grösser sind als die Dicke eines solchen Fädleins, das gleich einem subtilen Haare siehet, ja in einigen Fällen gar einem Spinnweben-Faden gleichet (§. 219.). Da nun ein solches Küglein in süssem Wasser niedersteiget; so muß auch jedes von schweererer Art als das süsse Wasser seyn. Es ist aber bloß das Saltz, welches machet, daß es von schweererer Art ist. Und demnach muß in einem jeden solchen Küglein etwas Saltz seyn. Wer nun bedencket, was für eine grosse Menge solcher kleinen Küglein in einem einigen Tropffen seyn können, der wird gar leichte sich vorstellen können, wie über die massen subtile das Saltz getheilet wird, indem es sich im Wasser auflöset. Da nun aber das Saltz in so unaussprechlich kleine Theile aufgelöset wird, die man einzeln mit blossen Augen unmöglich sehen kan; so ist auch kein Wunder, daß sie sich hin und

Saltz zertheilet sich sehr klein, indem es im Wasser aufgelöset wird.

§. 222. wieder in die von Wasser leeren Raume zwischen den Wasser-Theilen dergestalt setzen konnen, daß dadurch das Wasser seine Durchsichtigkeit wie vorhin behält.

Wie die Wärme das Wasser ausdehnet.

§. 223. Wiederum da das warme Wasser sich gleichfalls wie subtile Fädlein durch das kalte durchziehet (§. 215.); so muß auch dasselbe von leichterer Art als das kalte seyn (§. 219.). Und weil es gleichfalls in kleinen Küglein durch das kalte aufsteiget, die im Diameter nicht grösser sind als der Diameter eines Fadens von einer Spinnen-Webe; so müssen auch solche kleine Theile von leichterer Art seyn als das kalte Wasser. Derowegen da die Wärme die Ursache ist, welche das Wasser von leichterer Art machet, als es vorher war; so müssen alle diese kleine Theile von der Wärme ausgedehnet werden. Da wir nun wissen, daß viel Lufft im Wasser ist (§. 148.), die Lufft aber durch die Wärme starck ausgedehnet wird (§. 133.); so darf man wohl nicht zweiffeln, daß das Wasser dadurch von leichterer Art wird, indem die Lufft, so darinnen ist, durch die Wärme ausgebreitet wird.

Lufft ist im Wasser sehr subtil getheilet.

Man erkennet aber hieraus zugleich, daß in dem Wasser die Lufft über die massen subtil getheilet seyn muß, unerachtet sie sich durch den Druck des schweeren Wassers nicht so zertheilen lässet (§. 220.). Vielleicht wird es einige wundern, wie es zugehet, daß, da die Lufft allem Ansehen nach im Wasser subtiler

§. 223.

tiler getheilet iſt, als das Waſſer, oder auch der ſpiritus vini, wenn ſie in ſchweeren flüſſigen Materien in die Höhe ſteigen, ſie gleichwohl im Waſſer und andern Materien, die ſchweerer ſind als ſie, nicht auch ſich Fadenweiſe in die Höhe ziehet (§. 220.). Allein wer auf alles, was bisher erkläret worden, acht gegeben, wird die Urſache leicht finden. Wenn in einem Glaſe mit einem engen Hälßlein die Lufft in die Höhe ſteigen ſolte; ſo müſte ein kleines Tröpfflein, das im Diameter kaum wie ein Haar iſt, höchſtens wie ein Pferde-Haar, einen kleinen Theil von der Lufft wegſtoſſen können (§. 219.). Die Lufft aber wiederſtehet nicht bloß durch ihre Schweere, ſondern auch ihre ausdehnende Krafft (§. 80.). Derowegen da dieſe viel gröſſer iſt als die Schweere eines ſo kleinen Tröpfflein Waſſers, wenn es auch gleich durch den Druck deſſen, ſo auf ihm lieget, angetrieben wird (§. 88.); ſo kan die Lufft, ob ſie ſich gleich in noch ſo ſubtile Theile theilen läſſet, hier dennoch nicht getheilet werden. Und demnach ſiehet man, daß gegenwärtige Verſuche nicht ſchlechterdinges zeigen, ob eine flüßige Materie ſich in kleinere Theile theilen läſſet, als die andere. Man muß bey Erfahrungen alles wohl überlegen, damit man nicht unrichtig urtheilet.

Warum ſich die Lufft nicht Fadenweiſe ins Waſſer ziehet.

Anmerckung.

E N D E.

Inhalt Der Capitel Des Ersten Theiles.

1. Von der verschiedenen Art der Schweere der Cörper. 1
2. Von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien. 27
3. Von dem Drucke der flüßigen Materien. 59
4. Von der Lufft-Pumpe. 107
5. Von den Eigenschafften und Würckungen der Lufft. 130
6. Von der Lufft, die in denen Cörpern verborgen ist. 394
7. Von den Wind- oder Dampff-Kugeln. 460
8. Von der Schweere der Cörper in flüßigen Materien. 480
9. Von Bewegung flüßiger Materien durch einander vermöge ihrer Schweere. 580

Register

Ueber die vornehmſten Sachen, welche in dem erſten Theile abgehandelt werden, nach denen §§. eingerichtet.

Abwägen. Wie es im Waſſer geſchiehet, 190

Abricoſen. Was für Lufft darinnen zu finden, 165

Abricoſen-Kern. Was es für Beſchaffenheit mit der Lufft darinnen hat, 166

Æolipila, 169. & ſeqq.

Anatomiſcher Heber, 60

Anziehende Krafft. iſt in einem leeren Raume nicht zu finden, 126

Aqua regis. ſeine Schweere, 209

Areometra. Unterſchiedene Arten derſelben, 207. & ſeq.

Art der Schweere. wie ſie unterſchieden, 4

Ausdehnende Krafft der Lufft. Erklärung, 52. daß ſie der Lufft zukommet, 52 80. wie ſie ab- und zunimmet, 80. ihre Würckungen, 83. & ſeqq. 127. & ſeq. ihre Gröſſe, 88 99. wie ſie drucket, 121. wird durch zuſammendrücken verſtärcket, 123. wie viel ſie dadurch zunimmet, 124. wie viel ſie durch Verdünnung der Lufft vermindert wird, 125. wie ſie Wärme und Kälte verändert, 133. ihre Beſchaffenheit, 143

Auspumpung der Lufft. wie ſie geſchiehet, 80. wie ſie in Augenſchein zu bringen, 97. wie die Torricellianiſche Röhre dabey zu gebrauchen, 125. wie die Verdünnung der Lufft dabey erkannt wird, 126

Ausſchlag in der Wage. wie er leicht zu mercken, 1

Bewegende Krafft, iſt in allen flüßigen Materien, 48 49

Bewegung in flüßigen Ma-

Materien, 16
Bewegung flüßiger Materien in flüßigen Materien, 212. & seqq.
Bier. wie es mit der Lufft darinnen beschaffen, 155
Blase. wie sie von der Lufft ausgedehnet wird, 132. im Vacuo, 82. & seqq. wie sie die Lufft zusammendrucket, 106. ihre Festigkeit, 121. ob sie sich durch Einpressung der Lufft zersprengen lässet, 129. ob man durch sie die Lufft abwägen kan, 132. wie sie durch die Wärme ausgedehnet und durch Kälte zusammen gezogen wird, 133. wie sie schweere Cörper im Wasser in die Höhe heben kan, 199
Bley. dessen Schweere, 14. 188 211
Blut. hat viel Lufft, 150

CHaos, 17
Cörper. wie sie von der Lufft feste zusammen gedrucket werden, 112. wenn sie in einer Materie schwimmen, in der anderen untersincken, 202. warum einige schwimmen, die untersincken solten, 203. wie sie beschaffen, wenn sie im Wasser schwimmen, 205. 206

DAmpff-Kugeln. ihre Beschaffenheit und Gebrauch, 169. besonderer Gebrauch derselben zum räuchern, 176
Deniers, 211
Drachma. deren Gröſſe, 2. 211
Druck der Lufft, wie er beschaffen, 100. & seqq. 109. & seqq.
Druck flüßiger Materien. dessen Beschaffenheit, 43. & seqq. 50. & seqq.

EJsen. dessen Schweere, 188. & seqq. 211
Elemente. wie sie die Alten vorgestellet, 17
Erwärmete Lufft. wie sie sich nach und nach abkühlet, 144. ihre Würckung, 136. & seqq. 146
Eßig. was es für Beschaffenheit mit der Lufft darinnen hat, 156
Eyer. wie es mit der Lufft darinnen beschaffen, 158

FAll. schweerer Cörper in flüßigen Materien, 193. ob sie in diesem Falle drucken, 194

Feil-Staub, 16. 17
Feuriger Wind, 175
Flaschen. wie sie die Lufft zerdrucket, 108. und zersprenget im vacuo, 121. und in der Lufft, 128
Flüßige Materien. wie sich einige nicht mit einander vermischen, und sie sich von einander absondern, 17. ihr wagerechter Stand, 20. & seqq. wie die Verhältniß ihrer Schweere zu finden, 39. 184 ob die von leichterer Art schweere drucken, 41. 42. wie sie drucken, 43. Beschaffenheit ihres Druckes, 43. & seqq. sind in steter Bewegung, 49. lassen sich sehr subtil theilen, 217. & seqq. 221. wie ihre Schweere zu determiniren, 183. ihre Bewegung durch einander, 212. & seqq.

Gestelle. die grossen Halb-Kugeln von einander abzusondern, 116
Gewichte. dessen Eintheilung, 2
Glaß, lässet sich biegen, 19
Glaß-Scheiben. wie sie die Lufft zerdrucket, 109. & seqq. und zersprenget, 128
Glocke. warum sie an den Teller der Lufft-Pumpe angedruckt wird, 105. 107. warum sie von der Lufft nicht zerdrucket werden, 108
Gold. sincket im Queckſilber unter, 16. 192. dessen Schweere, 188. & seqq. 211
Gorck. wie es mit der Lufft darinnen beschaffen, 162
Gran, 2. 211
Hahn. an der Lufft-Pumpe, 75. 76. an den Gefässen, da er Lufft halten muß, 107
Hammerschlag, 16. 17.
Holtz. wie es mit der Lufft darinnen beschaffen, 161. ist an sich schweerer als das Wasser, 161
Kaelte ändert die Lufft, 133. treibet die Lufft aus dem Wasser, 168
Karath, 191
Kessel. an der Lufft-Pumpe, 74
Krachen. wie es von der Lufft verursachet wird, 146

Krafft. kan nicht verſchiedene Würckungen auf einmahl vorbringen, 45
Kugeln. wie halbe hohle von der Lufft zuſammen gedrucket werden, 115. wie ſolches durch zuſammen gedruckte Lufft geſchiehet, 128. wie gantze Kugeln im vacuo zerſpringen, 121. wie ſie erwärmete Lufft zerſprenget, 146
Kupffer. deſſen Schweere. 188. 189. 191. 211
Leder. wie es mit der Lufft darinnen beſchaffen, 163. iſt an ſich ſchweerer als das Waſſer, 163
Leichte Cörper wägen mit dem Waſſer, 196. können ſchweerere im Waſſer in die Höhe heben, 199
Lufft. wie ſehr ſie ſich ausbreitet, 83. daß ſie ſchweer ſey, 30. 47. wie ihre Schweere zu determiniren, 86. 130. wie man ſie abwäget, 86. wie ſie im vacuo abzuwägen, 182. ob man ſie durch aufgeblaſene Blaſen abwägen könne, 132. wie ſie ausgepumpet wird, 80. 82. hat eine ausdehnende Krafft, 52. 80. läſſet ſich zuſammendrucken, 51. 122. wieviel ſie mit ihrer gantzen Schweere drucket, 89. ihr wagerechter Stand mit Waſſer, 87. und Queckſilber, 90. 95. wie ſie durch ihre ausdehnende Krafft mit dem Queckſilber die Wage hält, 100. wie ſie mit Waſſer zugleich drucket, 94. wie ſie durch das Waſſer drucket, 111. wie weit ſie ſich auspumpen läſſet, 96. 97. wie ſie die Glocke an den Teller der Lufft-Pumpe drucket, 105. wie ſie die Wärme ausbreitet, 133. wird durch Wärme und Kälte ſchnelle geändert, 134. zerdruckt feſte Cörper, 119. wie man damit ſchüſſen kan, 120. wie man ſie aus Gläſern und Gefäſſen heraus treibet, 134. wie ſie durch Wärme auszuleeren, 140. & ſeqq. wieviel ſie durch brennenden Spiritum vini zu verdünnen, 142. wie ſie in den Cörpern verborgen, 148. & ſeqq. wie ſie ſich mit dem Waſſer vermiſchet, 167. wie ſie aus dem Waſſer getrieben wird,

wird, 168. warum sie aus einer flüßigen Materie mehr als aus der andern gehet, 153 daß sie sich nicht mit flüßigen Materien vermenget, die durch sie fallen, 152
Lufft-Pumpe. ihr Erfinder, 63. was Boyle dabey gethan, 61. 65. was daran gebessert worden, 65. 66. wie ihre Fehler entdeckt werden, 78. 79. wie sie von Wasser gereiniget wird, 70. besondere Art davon, so mit leichten Kosten zu machen, 139. wie man ohne sie die Eigenschafften und Würckungen der Lufft untersuchet, 140

Maaß-Stab, dessen Eintheilung, 2
Magdeburgische Wind-Büchse, 120
Marck, 211
Marmel wie sie die Lufft zusammen drucket, 113. 114
Materien sind nicht alle von einerley Schweere, 4
Materie von leichterer Art. Erklärung, 4
Materie von schweererer Art. Erklärung, 4
Mehl, wie es mit der Lufft darinnen beschaffen, 160
Metalle, Beschaffenheit ihrer Schweere, 187. 188. 189. wie ihre Güte erkannt wird, 191. warum sie im Quecksilber schwimmen, 192
Milch, wenn die Lufft aus ihr heraus gehet, 154
Mörser, warum man ihn mit einem Glase in die Höhe heben kan, 141
Most brauset im vacuo, 157

Oleum Tartari, per deliquium, 16. dessen Schweere, 211

Pariser Gewichte, 211
Pech, wie es mit der Lufft darinnen beschaffen, 164
Petroleum, 16. 17
Pfund, dessen Gröſſe, 2. wie es zu Paris eingetheilet wird, 211
Probe der Lufft-Pumpe, 78

Quecksilber ist schweerer als Wasser, 4. dessen Schweere, 8. 37. 188. Verhältniß seiner Schweere zu der Schweere des Wassers, 9. 37. dessen wagerechter Stand mit dem Wasser, 37. und der

der Lufft, 90
Rohr der Lufft-Pumpe, 70
Röhren von Glaſe, wie ſie gebogen werden, 19

Salz, wie klein es ſich im Waſſer auflöſet, 222
Sand, deſſen Schweere, 10
Schnell-Wage, ihre Beſchreibung, 117. und Gebrauch, 118
Schröpffen, wie es damit beſchaffen, 138
Schwamm iſt leichter als ein Stein, 4
Schweere, wie man ſie erkennet, 1. wie man ſie genau erkennet, 6. was ihre Erkäntniß nutzet, 11. 15. iſt nicht einerley in allen Materien, 4. wie man ihre Art determiniret, 6. 13. wie ſich dadurch flüßige Materien abſondern, 17. wie ſie in flüßigen Materien abnimmet, 178. & ſeqq. ob ſie im Waſſer verlohren wird, 180. wie ſie zunimmet, 180. wie Bewegungen daraus erfolgen, 218
Schweere verſchiedener Cörper im Waſſer, 187. 191
Schweere Cörper wägen im Vacuo weniger als in der Lufft, 182. bleiben nicht in allen flüßigen Materien gleich wichtig, 185. wie ſie in einer flüſſigen Materie nieder ſteigen, 193. drucken nicht im Fallen, 194. warum ſie in die Höhe ſteigen, 204
Schweere der feſten Cörper, wie ſie zu determiniren, 13. 189
Schweere flüßiger Materien, wie ſie zu determiren, 207. & ſeqq. verſchiedener ihre Schweere, 209. 211
Schweere der Lufft wird auf eine leichte und neue Art erwieſen, 30 iſt geringe, 47 wie ſie zu erweiſen, 130. wie ſie abzuwägen, 86. 135. wie groß ſie ſey, 86 wie ſie abzumeſſen, 89. 90. wie groß ſie in der gantzen Lufft, 89. ob ſie zum Auspumpen etwas beyträget, 82. 93
Scrupel, 211
Sengwerd, warum er die Schweere der Lufft zu groß heraus gebracht, 101

Silber, deſſen Schweere, 188. 189. 211
Spiritus nitri, deſſen Schweere, 209. 211
Spiritus vini hat viel Lufft, 151. deſſen Schweere, 209. 211. ſteigt im Waſſer in die Höhe, 212
Spring-Brunnen aus einer Dampff-Kugel zu machen, 177
Stempel der Lufft-Pumpe, 71
Süſſes Waſſer beweget ſich durch Saltz-Waſſer ohne Vermiſchung, 214

Ey, wie er im vacuo aufgeblaſen wird, 159
Todte Cörper, wenn ſie in die Höhe kommen, 201
Torricellianiſche Röhre, 90. wie ſie zu füllen, 90. ihr Gebrauch bey Auspumpung der Lufft, 125
Transelementation wird verworffen, 174

Uhr, wenn es nicht geſchiehet, 195
Unze, deren Gröſſe, 2. 211
Urin hat viel Lufft, 149. 154

Wägen, wie weit es mit der Hand zu bringen, 3
Wärme ändert die Lufft, 133. wie ſie das Waſſer ausdehnet, 223. treibet Lufft aus dem Waſſer, 168
Wage, wie man ſie probiret, 1. Nutzen derſelben, 1. ihre Beſchaffenheit, 1
Wagerechter Stand der flüßigen Materien, 20. & ſeqq. was deſſen Erkäntniß nutzet, 40
Warmes Waſſer ſteiget durch kaltes in die Höhe, 215
Waſſer, deſſen Schweere, 7. Verhältniß zur Schweere des Queckſilbers, 9. warum es nicht aus einer engen Röhre heraus läufft, 31. iſt in ſteter Bewegung, 48. wie es auſſer dem wagerechten Stande drucket, 57. deſſen Urſache, 59. deſſen wagerechter Stand mit der Lufft, 87. 89. wie es mit ihr zugleich drucket, 94. wie es in eine leere Kugel quillet, 98. warum es nicht durch eine enge Eröffnung heraus läufft, 102. warum ein Papier das Herauslauffen aus einem Glaſe hindern kan, 103. wie es aus der Lufft-Pumpe zu bringen, 700. wie es in eine leere Kugel ſteiget, 98. hat viel Lufft, 148.

148. 154. wie es ſich mit der Lufft vermiſchet, 167. ob es in der Lufft verwandelt wird, 174. wie es eine Kugel ausſpeyet, 177. wie es in die Stelle des Queckſilbers ſteiget, 213. wie deſſen Schweere durch einen eingetauchten Cörper vermehret wird, 180

Waſſer-Paß, 18

Wein, wie es mit der Lufft darinnen beſchaffen, 157. ſteiget durch das Waſſer ohne Vermiſchung, 216

Wind, wie er durch Wind-Kugeln erreget wird, 171. deſſen Würckung, 172. ob er durch die Wind-Kugeln ſich erklären läſſet, 173

Wind-Büchſe, beſondere Art davon, 120

Winde an der Lufft-Pumpe, 72

Wind-Kugeln, 169

Zinn, deſſen Schweere, 188. & ſeq. 211

Zuſammendruckung der Lufft, 122

Zuſammengedruckte Lufft, ihre Würckung, 127. beſondere Umſtände davon, 128

Bayerische Staatsbibliothek München

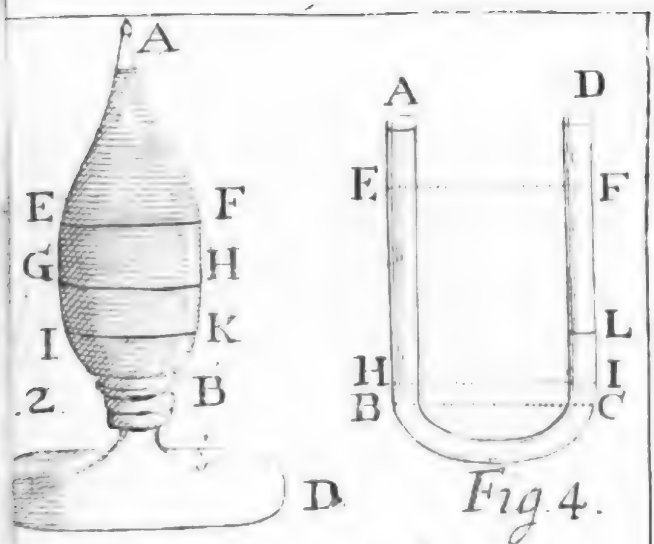


Fig. 4.

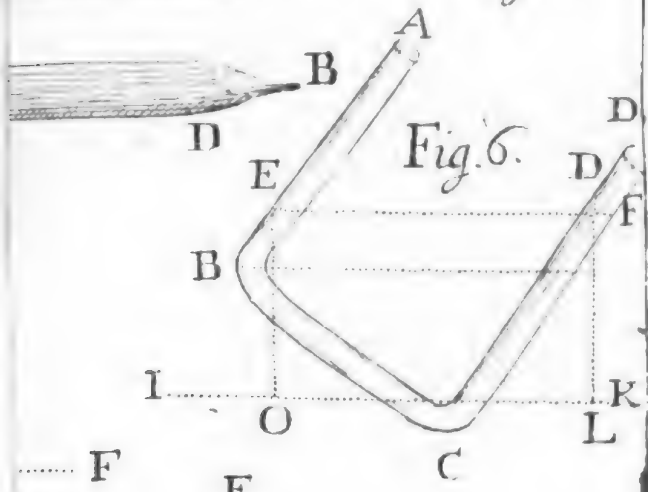


Fig. 6.

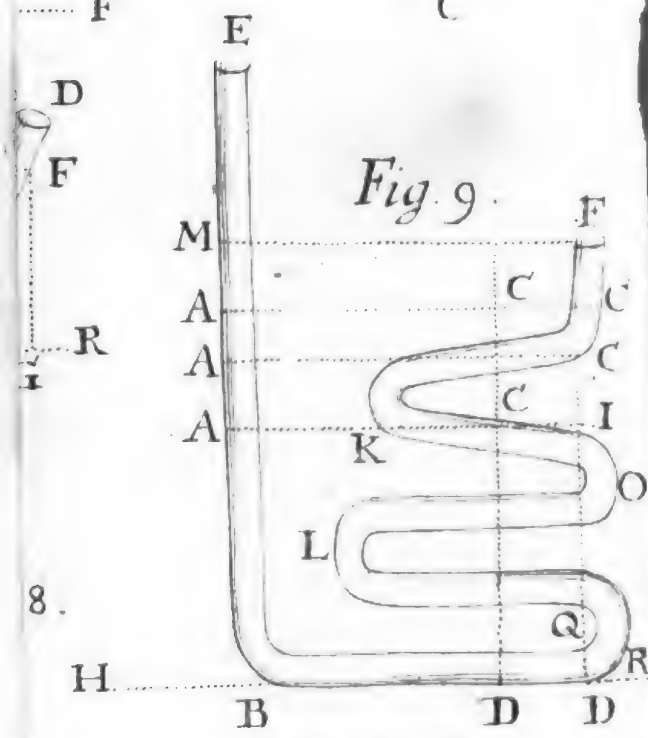
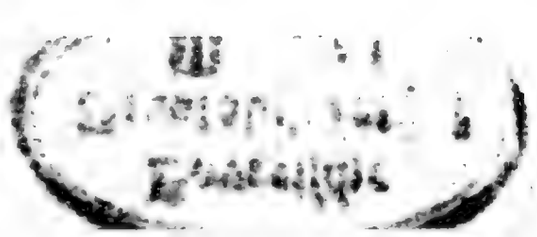


Fig. 9.

Bayerische Staatsbibliothek München

TAB. I.

Digitized by Google



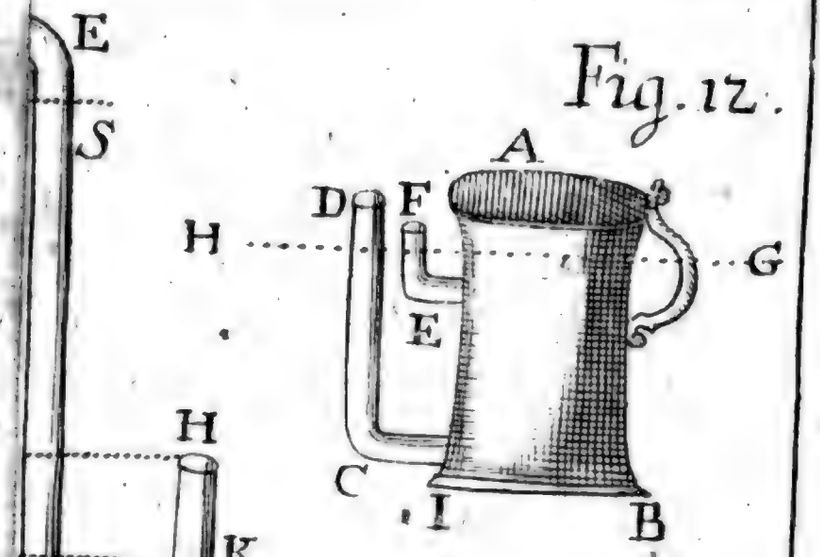


Fig. 12.

Fig. 14

Fig. 13.

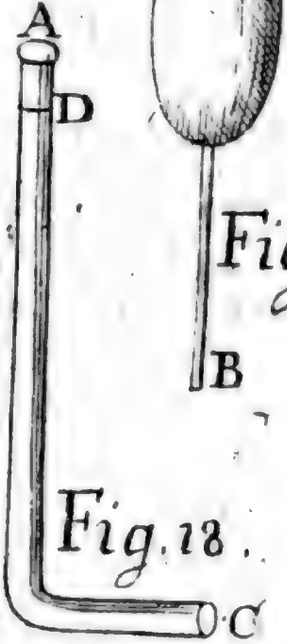


Fig. 18.

Fig. 15.

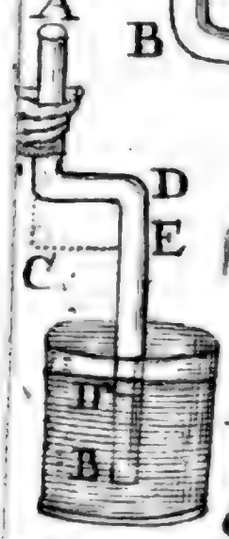
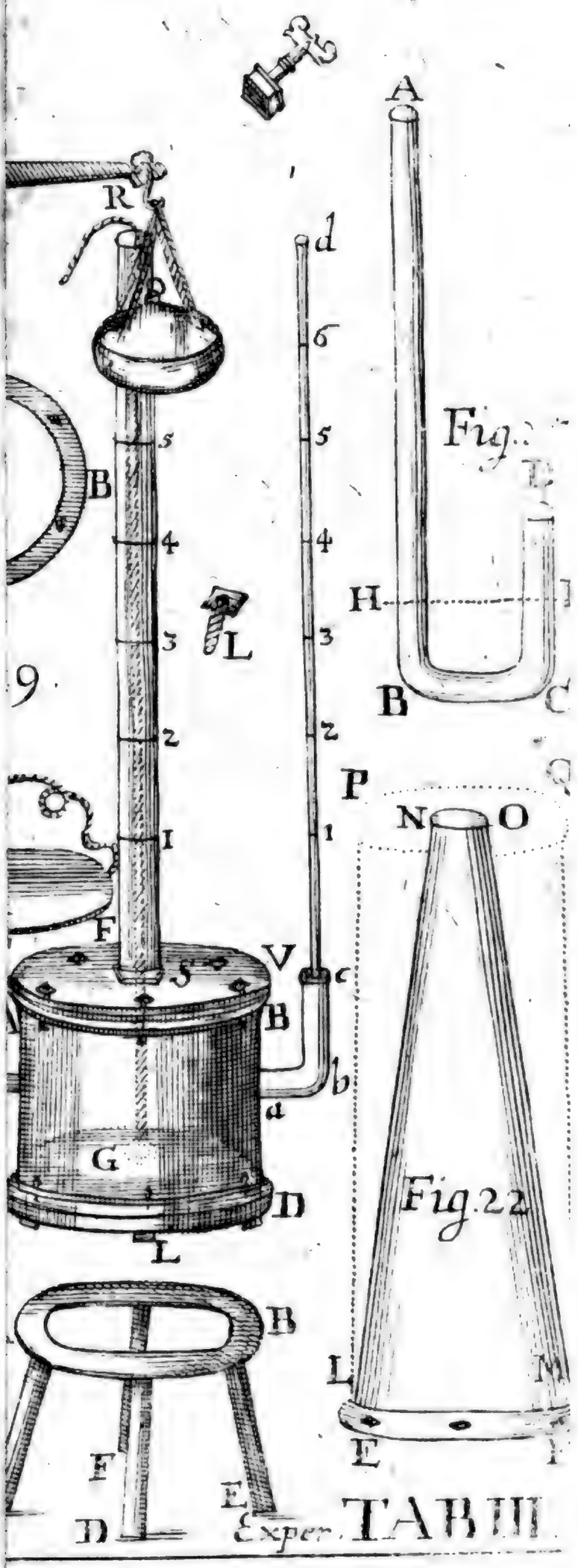


Fig. 17.

Exper. TAB. II.

Digitized by Google


R
d
6
5
4
3
2
1
s
B
L
F
V
c
b
a
G
D
L
B
F
E
D
A
H
B
P
N
O
L
M
E
Fig. 22
Exper. TAB III

Digitized by Google

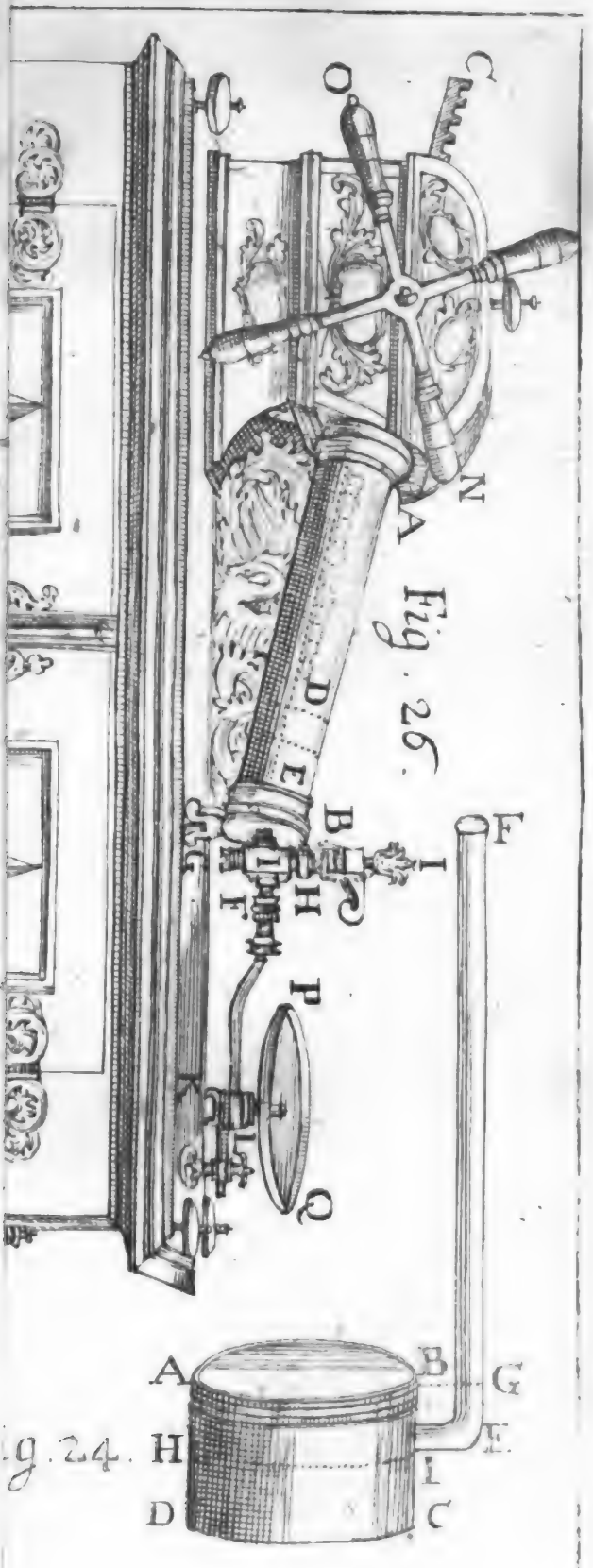
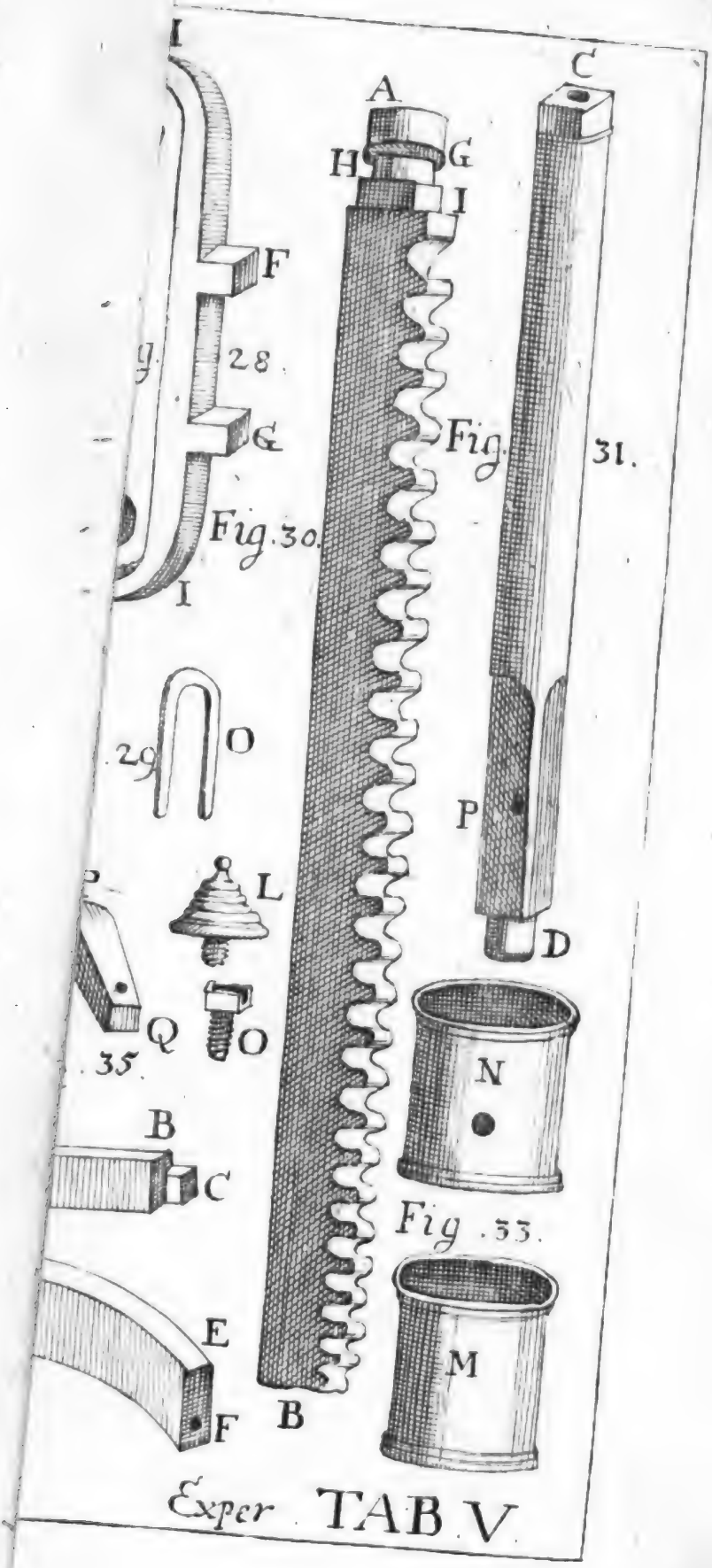


Fig. 26.

Fig. 24.

Exper. TAB. IV.

Digitized by Google



Exper TAB V

Digitized by Google

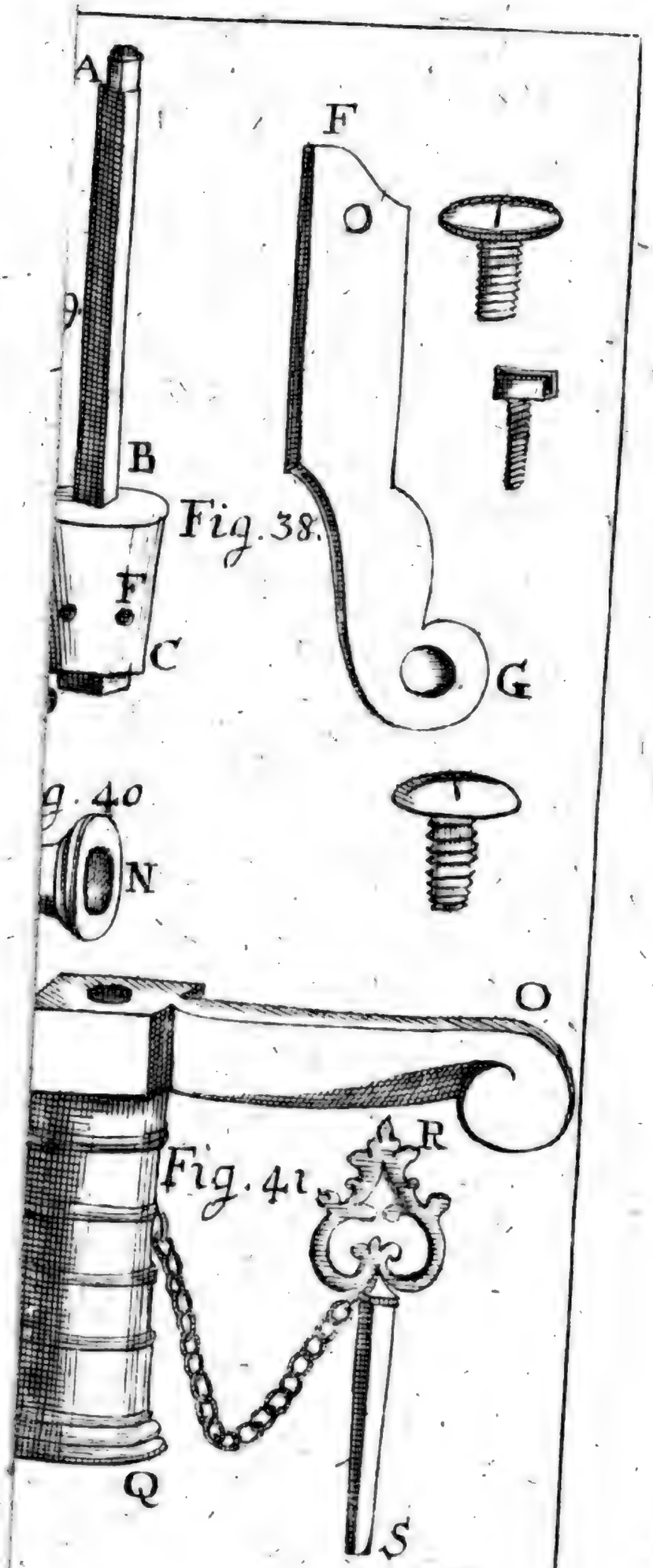


Fig. 38.

Fig. 40

Fig. 41

Exper. TAB. VI.

Digitized by Google

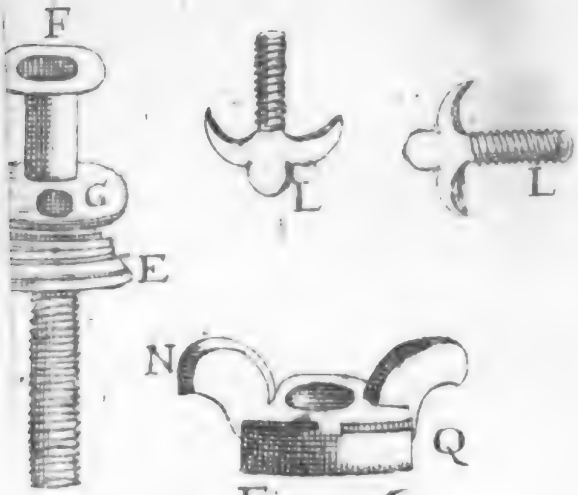


Fig. 46.

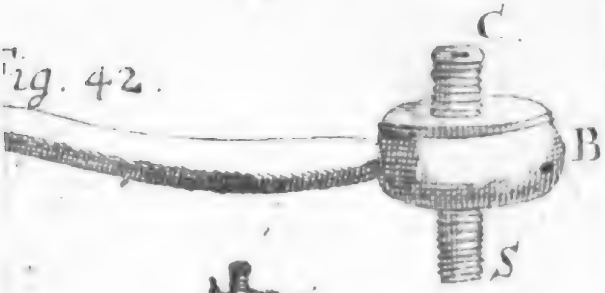
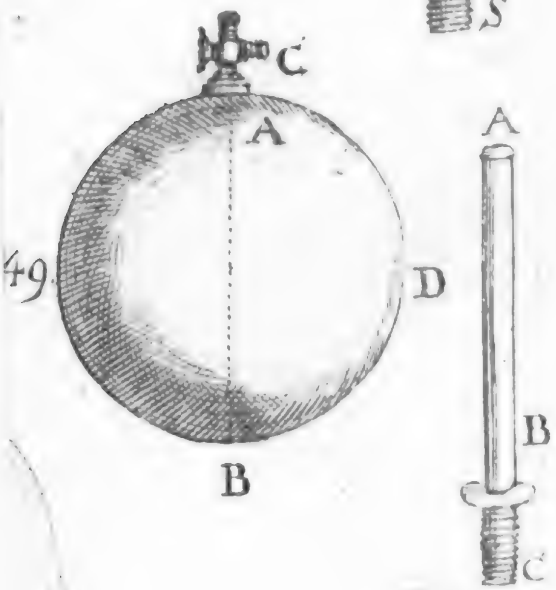


Fig. 42.



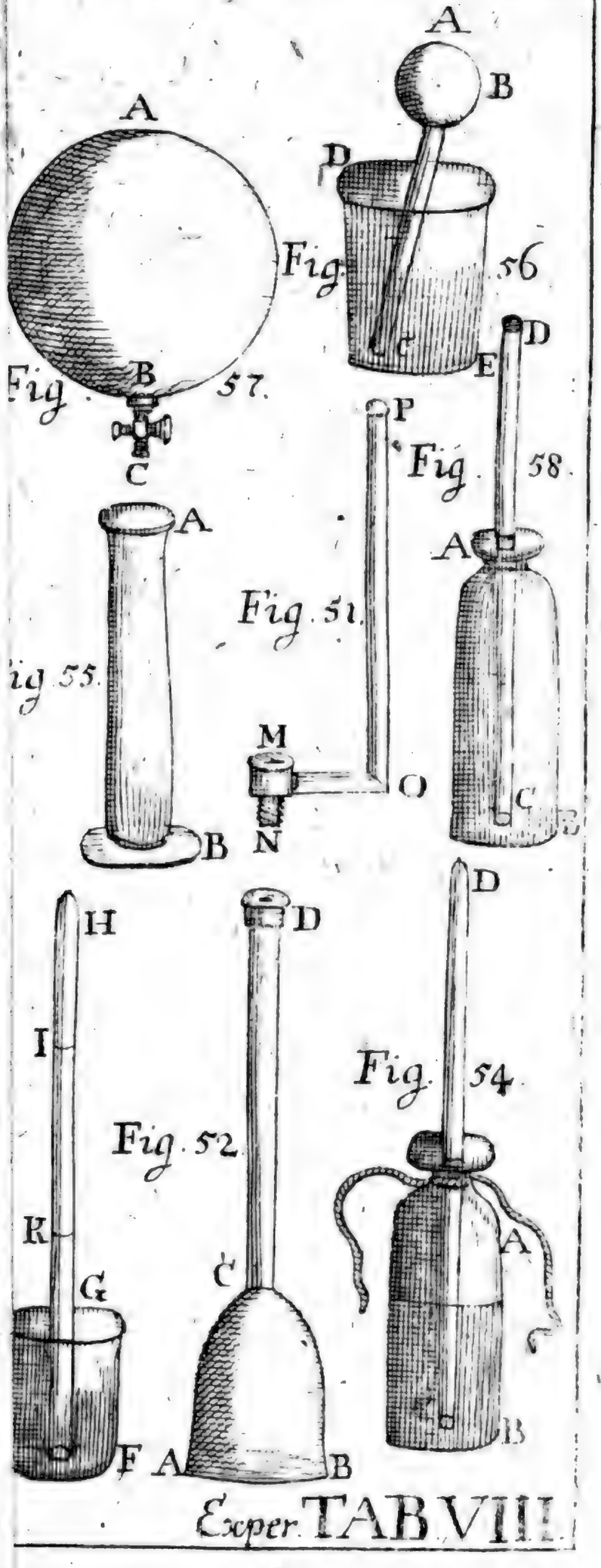
49

Fig. 48

C

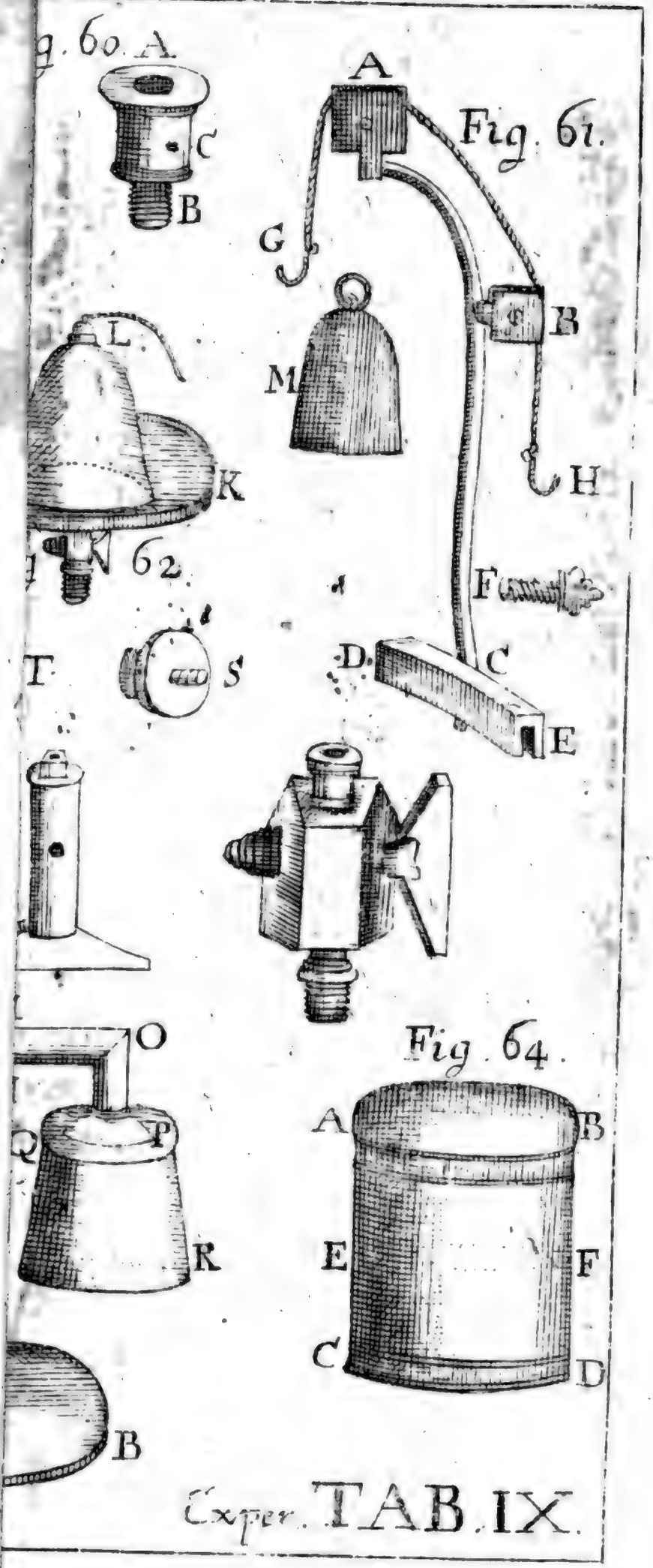
Exper. TAB. VII.

Digitized by Google



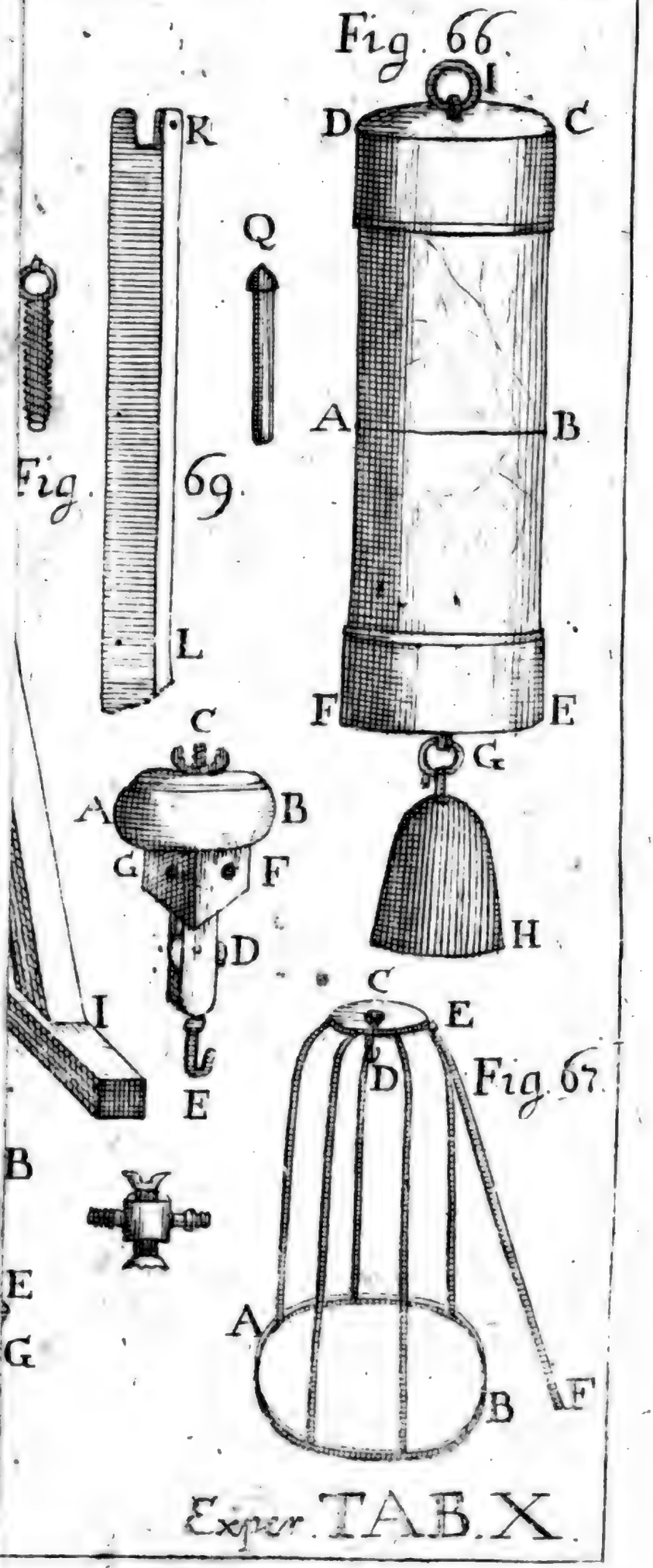
Exper. TAB. VIII.

Digitized by Google



Exper. TAB. IX.

Digitized by Google



Exper. TAB. X

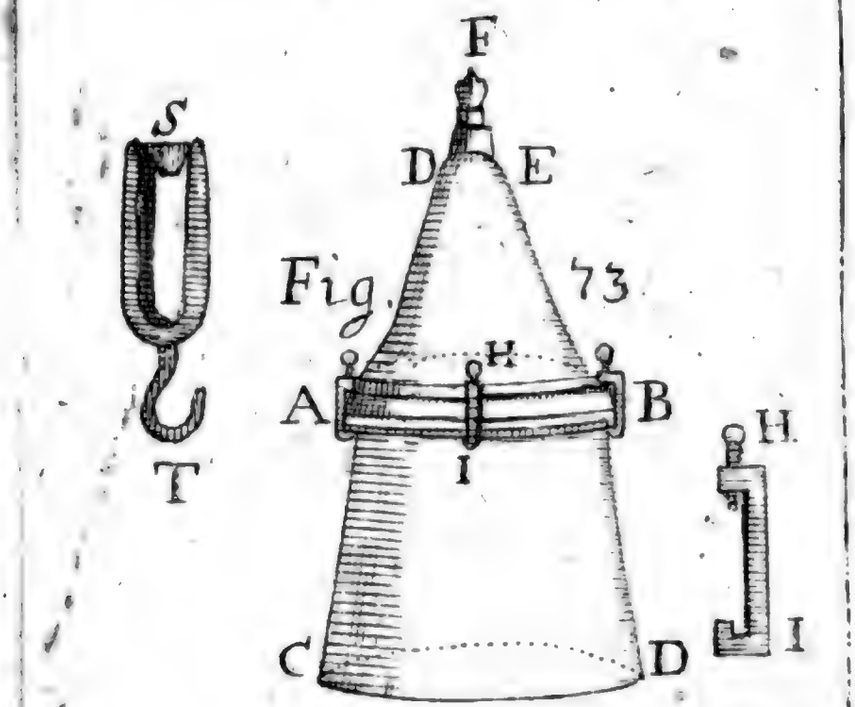
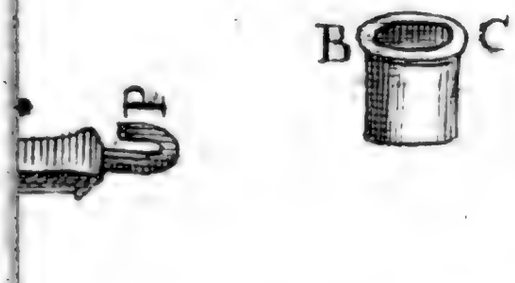


Fig. 73

Fig. 72.



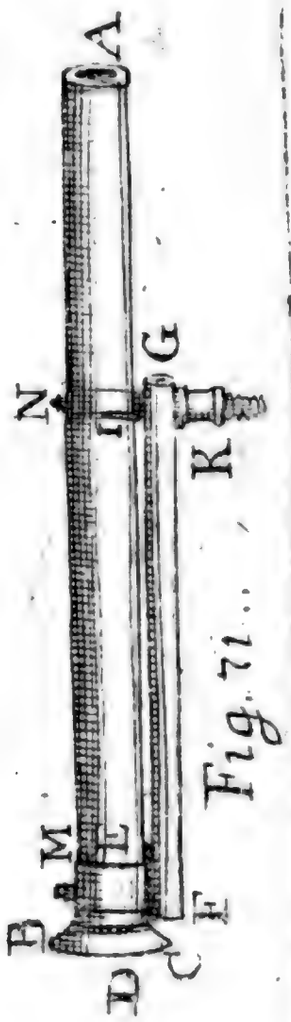


Fig. 71.

Exper. TAB XI

Digitized by Google

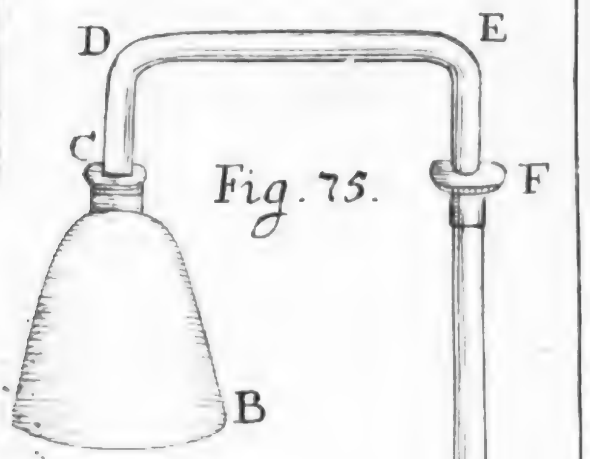
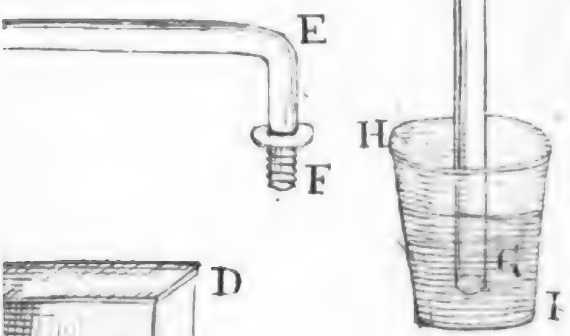


Fig. 75.



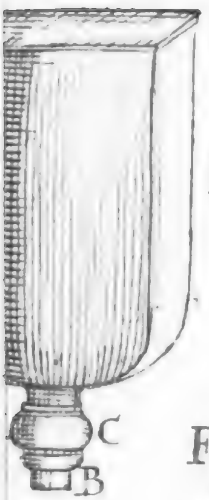


Fig. 77.

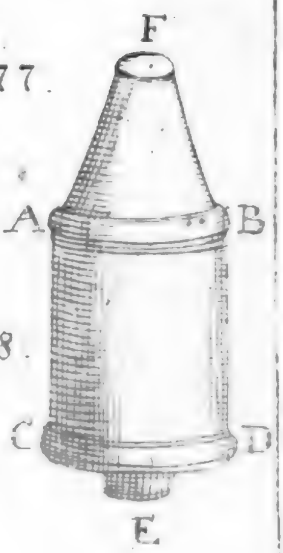
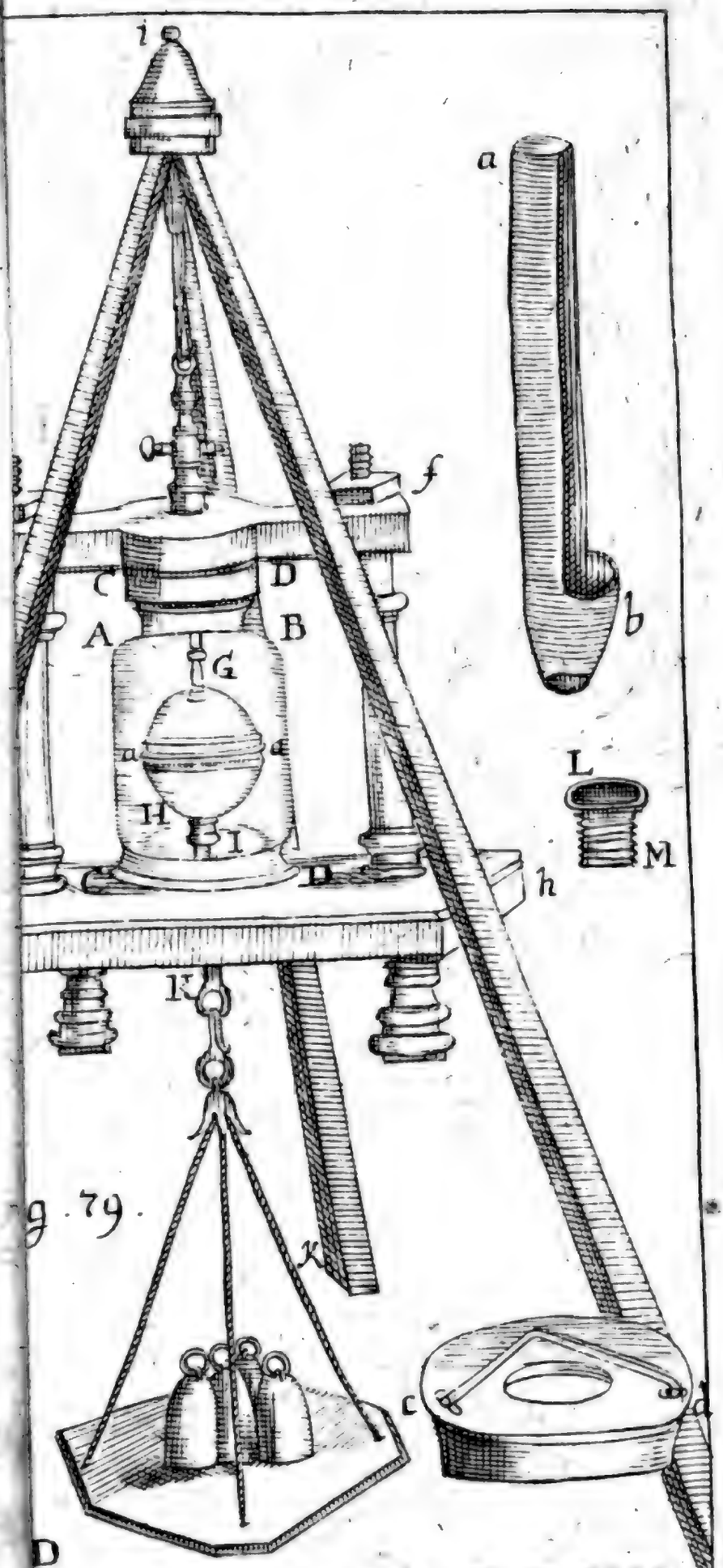


Fig 78.

Exper. TAB. XII

Digitized by Google



Exper. TAB. XIII.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

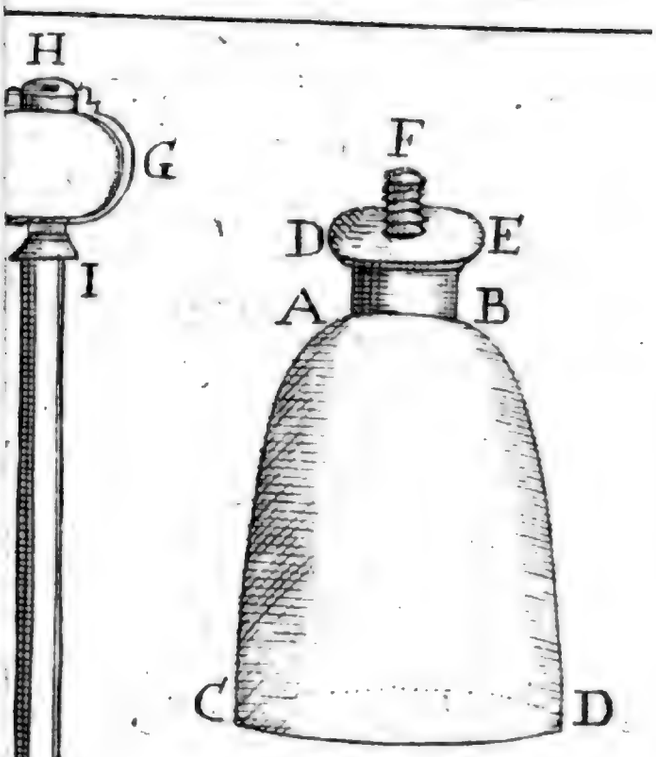
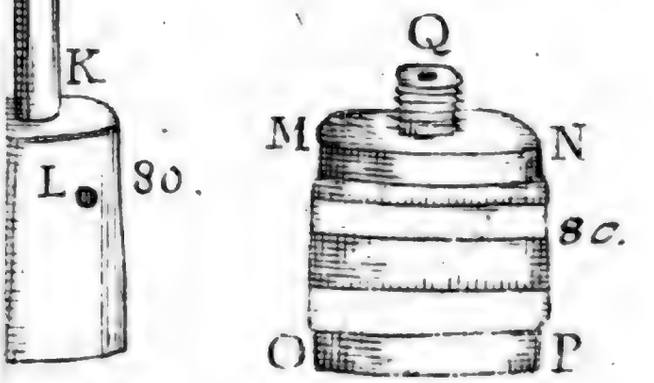


Fig. 81.



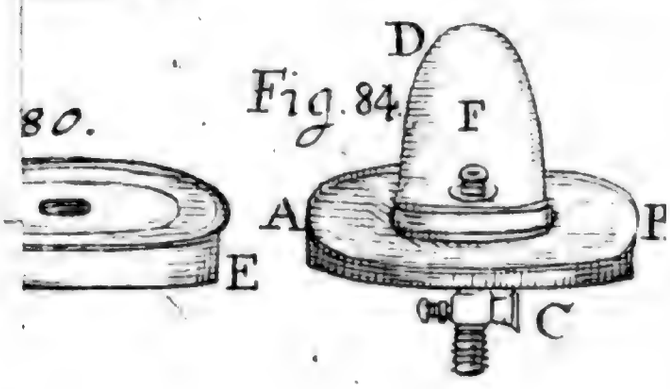
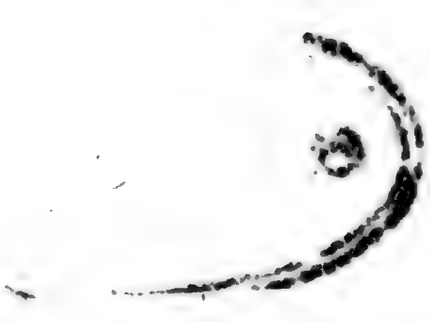


Fig. 84.

Exper. TAB. XIV.

Bayerische Staatsbibliothek München



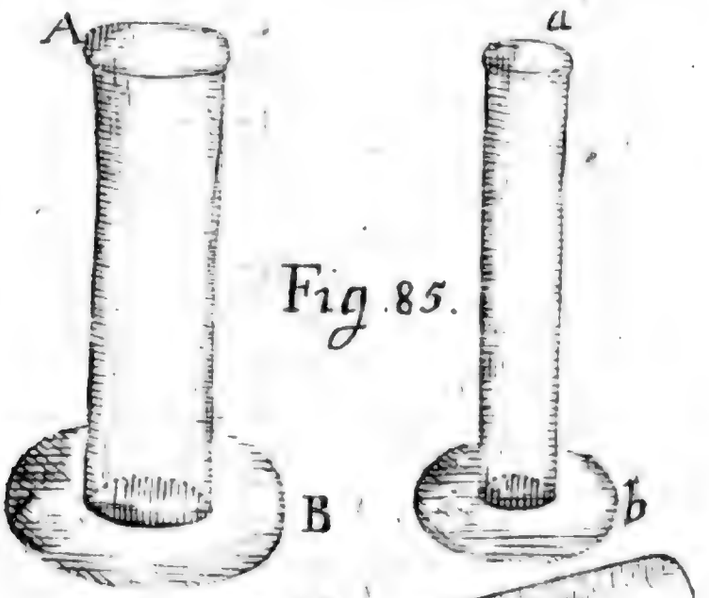


Fig. 85.

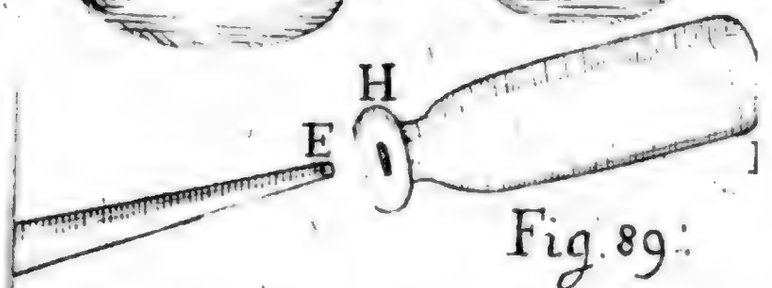


Fig. 89.

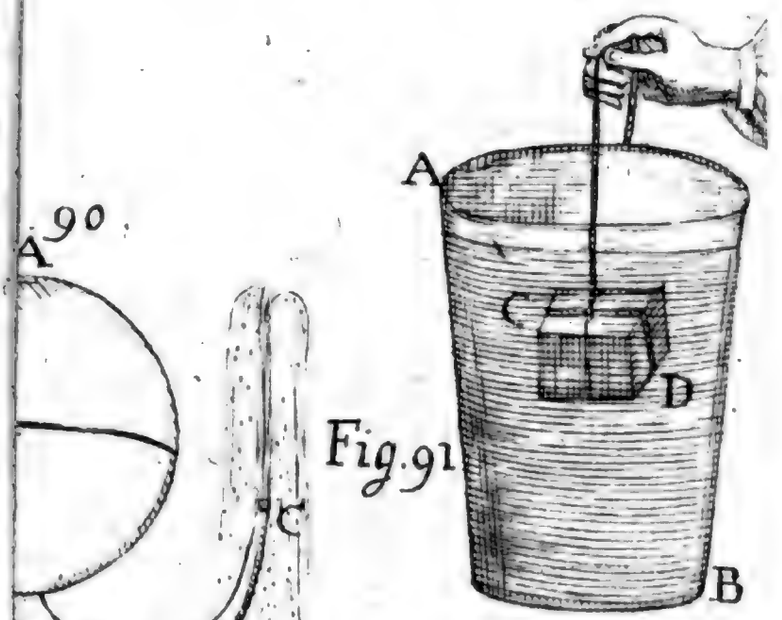


Fig. 91

Fig. 88.

Exper. TAB. XV.

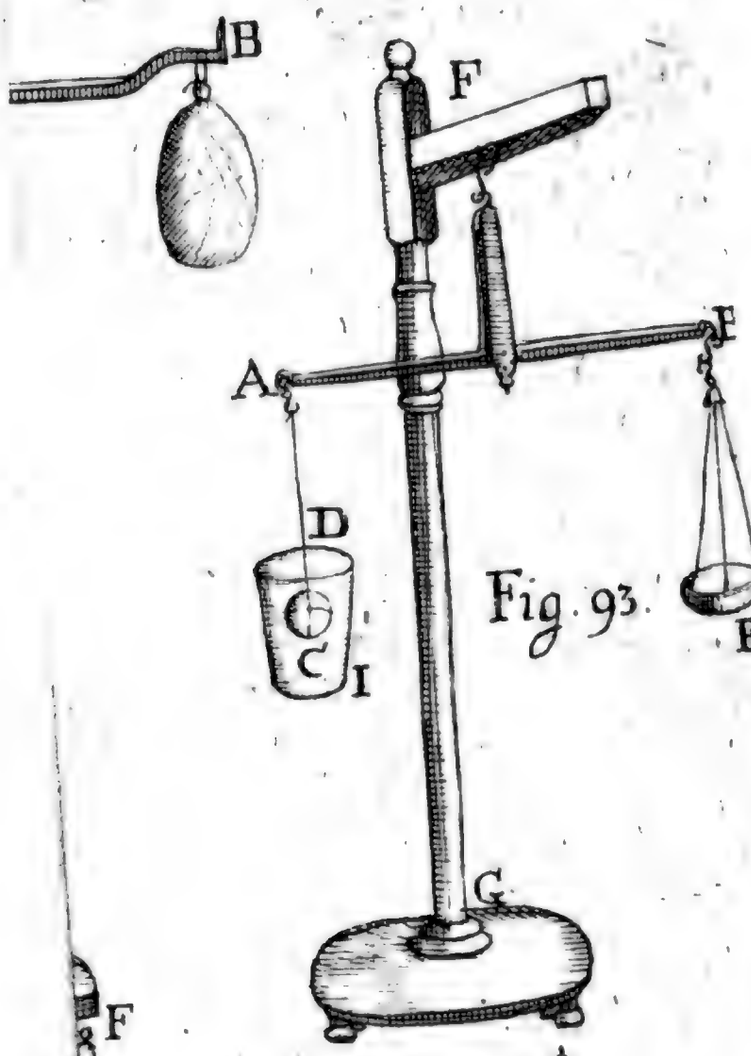


Fig. 93.

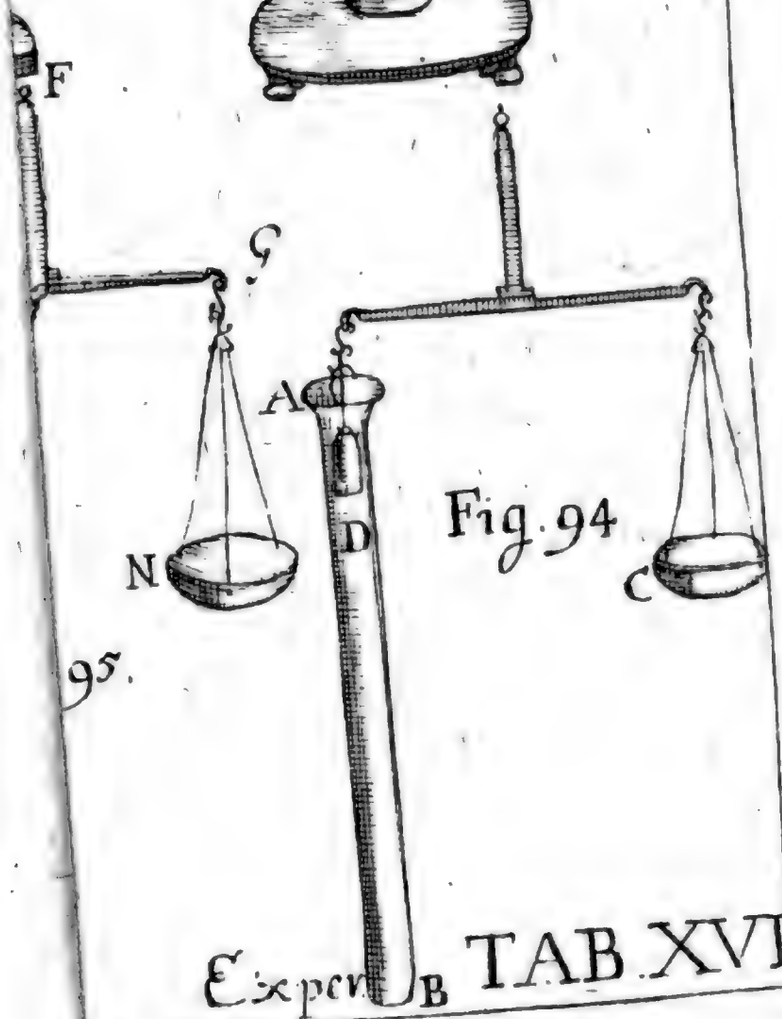


Fig. 94

95.

Experm. TAB. XVI

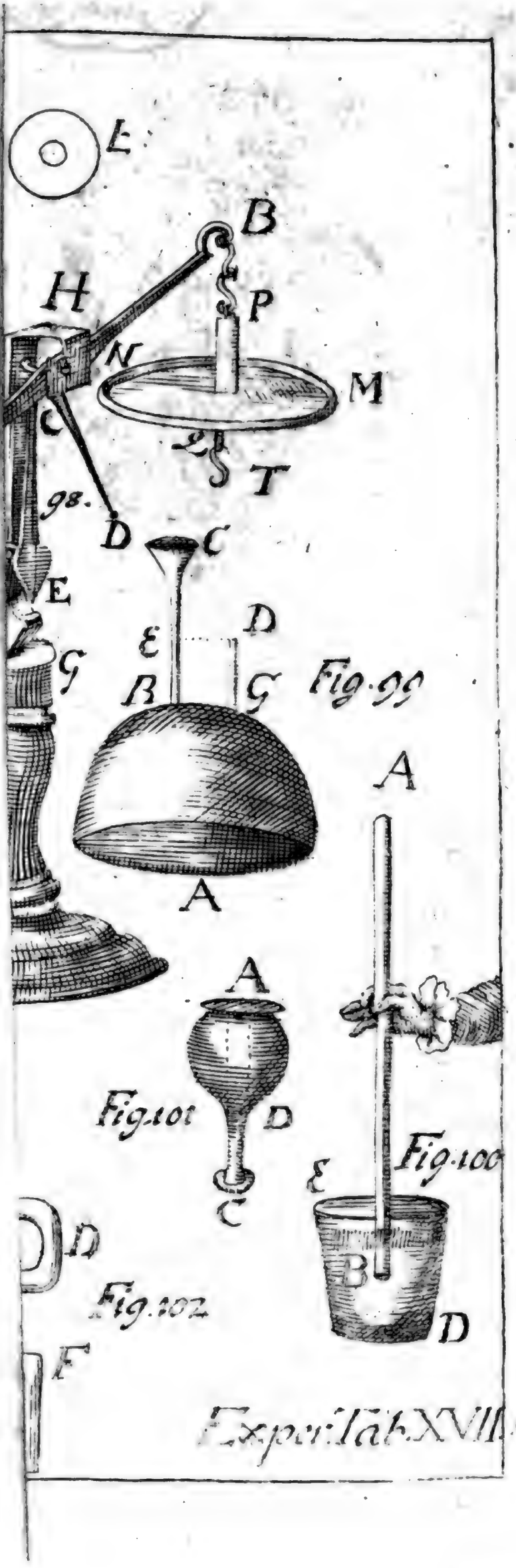


Fig. 99

Fig. 100

Fig. 101

Fig. 102

Exper: Tab. XVII.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Digitized by Google